

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LETÍCIA SIQUEIRA WALTER

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E POTENCIAL GERMINATIVO DE
SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. SUBMETIDAS À ESTRESSES
ABIÓTICOS

CURITIBA

2020



LETÍCIA SIQUEIRA WALTER

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E POTENCIAL GERMINATIVO DE
SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. SUBMETIDAS À ESTRESSES
ABIÓTICOS

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre, Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de
Ciências Agrárias, Universidade Federal do
Paraná.

Orientadora: Dr^a. Dagma Kratz
Coorientadores: Dr. Antonio Carlos Nogueira
Dr^a. Marcelle Almeida da Silva

CURITIBA

2020

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Walter, Letícia Siqueira

Caracterização morfológica e potencial germinativo de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. submetidas à estresses abióticos / Letícia Siqueira Walter. - Curitiba, 2020.

107 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Dagma Kratz

Coorientadores: Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira

Dra. Marcelle Almeida da Silva

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 28/02/2020.

Área de concentração: Silvicultura.

1. Sementes. 2. Pinhão-bravo. 3. Germinação. 4. Sementes - Fisiologia. 5. Teses. I. Kratz, Dagma. II. Nogueira, Antonio Carlos. III. Silva, Marcelle Almeida. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.283.3

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL - 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LETÍCIA SIQUEIRA WALTER** intitulada: **CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E POTENCIAL GERMINATIVO DE SEMENTES *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. SUBMETIDAS À ESTRESSSES ABIÓTICOS**, sob orientação da Profa. Dra. DAGMA KRATZ, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

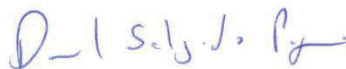
A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 28 de Fevereiro de 2020.



DAGMA KRATZ

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



DANIEL SALGADO PIFANO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO)



ELISA SERRA NEGRA VIEIRA

Avaliador Externo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha família, Cleide Siqueira, Luciano Walter, Luciana Walter e Débora Siqueira, por todo o apoio desde a graduação e principalmente nestes últimos dois anos. Obrigada por deixarem eu descobrir o mundo, por lutarem ao meu lado e por acreditar no meu potencial.

À Universidade Federal do Paraná, pela estrutura e à CAPES pela concessão bolsa de pesquisa durante este período, bem como suporte e incentivo a pesquisa.

A todos os integrantes do Laboratório de Sementes Florestais (LASF), por me receberem tão bem, pelo apoio e companhia, por todo o aprendizado que tive nestes dois anos, por todos os cafés, lanches e aniversários. À técnica Simone Pereira, por se disponibilizar sempre em ajudar quando era preciso, à Manoela Duarte por me deixar usar sua mesa quando você não estava (HEHEHE), pela companhia e chimarrão durante o inverno. Aos estagiários: Cléberson Porath, Vinicius Griss, Gabriel Moura, Haron Ferreira, Amanda Cardoso, e Camila Spolador, obrigada pela companhia, recepção maravilhosa, pela troca de informações, muito obrigada minhas crianças. À Mônica Gabira pela companhia desde o início, pela paciência e troca de informações, por todos os momentos bons, e pela companhia nos momentos não tão bons também, pelas aulas de irrigação e substrato. Você não tem ideia do quando foi importante para mim neste período, mocinha. Sou e serei eternamente grata por tudo.

E por último (do LASF), mas não menos importante: Dagma Kratz, muito obrigada, por ter me recebido tão bem, por ter acreditado em mim e aceitado ser minha orientadora. Obrigada por todos os conselhos e conversas, pelos ensinamentos, puxões de orelha, e principalmente por sempre ter me estimulado a não desistir. Você também foi muito importante para que eu conseguisse terminar o Mestrado, sem sua ajuda e apoio eu não sei se teria dado certo. Muito obrigada Prof!

Aos meus coorientadores Prof. Antonio Carlos Nogueira, por todas as contribuições para sempre melhorar minha pesquisa. À Marcelle Almeida por ter aceitado me ajudar nesta caminhada e, principalmente por representar tantas pessoas importantes na minha vida acadêmica. Fiquei muito feliz em poder trabalhar e aprender tanto com você.

Aos alunos Letícia Amorim e Állef Barbosa pela ajuda com as análises bioquímicas e paciência interminável com meus dados. Obrigada pela companhia, conversa e atualizações sobre o mundo da Agronomia. Ao técnico do Laboratório de

Fisiologia Vegetal da UNIVASF, Hugo Leonardo, por todo o suporte nas minhas análises, por me ajudar a limpar toda a bagunça no laboratório e pela companhia.

Aos Coordenadores do NEMA, Renato Garcia e Daniel Pifano, por apoiarem a minha pesquisa de diversas formas e permitirem que eu pudesse utilizar material e o espaço do NEMA. Aos colaboradores do NEMA, principalmente Nazareth Urquiza, pela companhia, incentivo e troca de figurinhas para desvendar o mistério das minhas sementes.

À professora Cláudia Ulisses, por disponibilizar seu laboratório para análises. À Marciana Moraes, Nane e Wellington pela ajuda na análise, pela paciência em ensinar e companhia nesses dias longos (bem longos).

À família que Curitiba me deu: Tarcila Lins, Manu Guaraná, Thiago Cardoso, Marks Moura, uma família meio torta, que surgiu de um jeito estranho, com defeitos e algumas qualidades. Obrigada por não me botarem para fora de casa, obrigada pelo apoio, pelas conversas e companhias, por resolver meus dramas estatísticos e por não me abandonarem. Obrigada por tudo, meus anjinhos!

Obrigada aos amigos da pós-graduação, pela companhia, apoio, conversas, passeios por Curitiba (sem nomes para não ter briga) e ajuda com o R (e neste caso obrigada pela paciência também, anjos Brother, Gabriel e Neto).

À Tulio Augusto, pela companhia e apoio nesses dois anos de caminhada.

E aos amigos de longa data, obrigada por todo o apoio a distância, por continuarem ao meu lado nas minhas decisões. Amo todas, Cecília Lopes, Sara Brito, Juliana Lacerda, Maryna Moraes, Juliana Neves, Isis Ferreira, Ana Luiza Reis e Anderson Oliveira.

RESUMO

Jatropha mollissima (Pohl) Baill. (pinhão-bravo) possui importância social, por ser utilizada para fins medicinais, forrageiro, ornamental e em rituais religiosos. Devido a deficiência de informações acerca da germinação e reprodução do pinhão-bravo é importante a disseminação de conhecimento e informações sobre o seu comportamento nos estágios iniciais de desenvolvimento. Diante disso, objetivou-se descrever as características físicas das sementes e plântulas, bem como avaliar o comportamento germinativo das sementes em diferentes condições de substrato, temperatura e estresses abióticos. Para tanto, a dissertação foi subdividida em: **Capítulo 1. "Caracterização morfológica de sementes e plântulas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill."**, no qual caracterizou-se as sementes por meio das análises físicas e a descrição da morfologia de sementes e plântulas. Observou-se que a espécie apresenta 3.008 sementes por quilo, peso de mil sementes igual a 332 g, umidade de 6,7 %, além de 1,29 cm de comprimento, 0,84 cm de largura e 0,66 de espessura. A espécie seguiu o mesmo padrão das características encontradas em outras espécies da família Euphorbiaceae e do gênero *Jatropha*. **Capítulo 2. "Adequação metodológica do teste de tetrazólio para sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill."**. Neste capítulo foram realizados testes para definição do melhor protocolo para avaliação do teste de tetrazólio. Para tanto, foi realizada a curva de embebição das sementes, para determinação dos tempos de pré-umedecimento. Utilizou-se 12, 14 e 16h, entre folhas de papel toalha tipo germitest, mantidas em BOD a 25 °C, para o pré-umedecimento e duas concentrações de tetrazólio (0,25 e 0,5 %). Para avaliação das sementes foi feito o corte longitudinal radial, para visualizar as estruturas internas e coloração das sementes. O melhor procedimento foi a utilização do pré-umedecimento entre papel, por 16 horas, a 25 °C em BOD e coloração a 0,25 % de tetrazólio, por 4 horas a 40 °C. **Capítulo 3. "Germinação de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. sob condições controladas"**. Objetivou-se determinar a melhor combinação entre substrato e temperatura para a germinação de sementes. Para tanto, foram utilizados quatro conformações de substratos (vermiculita média, entre papel, areia e rolo de papel) e quatro temperaturas (25, 30, 35 e 40 °C). A temperatura de 40° C não apresentou germinação e o substrato rolo de papel apresentou o pior desempenho para germinação da espécie. As temperaturas de 30 e 35 °C geraram os melhores resultados para o substrato vermiculita, sendo esta combinação a mais adequada para a espécie. **Capítulo 4. "Atividade bioquímica e enzimática em sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. submetidas a estresses abióticos"**. Neste capítulo avaliou-se o comportamento germinativo das sementes submetidas a oito concentrações de NaCl (0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 e 1,4) e oito concentrações de polietilenoglicol 6.000 (0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0; -1,2 e -1,4). Em relação aos compostos bioquímicos, foram quantificados os solutos orgânicos, bem como prolina, alfa amilase, peroxidação lipídica e peróxido de hidrogênio. Observou-se que as sementes de *J. mollissima* não germinam em potenciais maiores que -0,2 MPa, e as concentrações de 4, 6 e 8 mM de NaCl apresentaram aumento na porcentagem de germinação. Quanto aos compostos, observou-se que a espécie utiliza os compostos orgânicos como osmorreguladores para não ser afetada pelo acúmulo de NaCl no substrato.

Palavras-chave: Bioquímica de Sementes. Teste de Tetrazólio. Pinhão-bravo. Semiárido. Estresse Salino e Osmótico.

ABSTRACT

Jatropha mollissima (Pohl) Baill. (pinhão-bravo) has social importance, as it is used for medicinal, forage, ornamental purposes and in religious rituals. Due to the lack of information about the germination and reproduction of pinhão-bravo, it's important to disseminate knowledge and information about its behavior in the early stages of development. Therefore, the objective was to describe the physical characteristics of seeds and seedlings, as well as to evaluate the germinative behavior of seeds under different conditions of the substrate, temperature, and abiotic stresses. For this purpose, the dissertation was subdivided into: **Chapter 1. "Morphological characterization of *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. seeds and seedlings"**, the seeds were characterized by means of physical analyzes and the description of seeds and seedlings. It was observed that the species has 3,008 seeds per kilo, the weight of one thousand seeds equal to 332 g, the humidity of 6.7 %, in addition to 1.29 cm in length, 0.84 cm in width, and 0.66 in thickness. The species followed the same pattern of the characteristics found in other species of the Euphorbiaceae family and of the genus *Jatropha*. **Chapter 2. "Adjustments in the tetrazolium test methodology for assessing the physiological quality of *Jatropha mollissima* (Euphorbiaceae) "**, In this chapter, tests were carried out to define the best protocol for evaluating the tetrazolium test. For that, the seed soaking curve was performed to determine the pre-wetting times. It was used 12, 14, and 16h, between sheets of germitest paper towels, kept in BOD at 25 °C, for pre-wetting and two concentrations of tetrazolium (0.25 and 0.5 %). To evaluate the seeds, a longitudinal radial cut was made to visualize the internal structures and color of the seeds. The best procedure was the use of pre-wetting between paper, for 16 hours, at 25 °C in BOD and coloring at 0.25 % tetrazolium, for 4 hours at 40 °C. **Chapter 3. "*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. germination under controlled conditions"**. The objective was to determine the best combination between substrate and temperature for seed germination. For this, four substrate conformations (medium vermiculite, between paper, sand, and paper roll) and four temperatures (25, 30, 35, and 40 °C) were used. The temperature of 40 °C did not show germination and the substrate paper roll showed the worst performance for germination of the species. The temperatures of 30 and 35 °C generated the best results for the vermiculite substrate, this combination is the most suitable for the species. **Chapter 4. "Biochemical and enzymatic activity in seeds of *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. Subjected to abiotic stresses"**. The germinative behavior of seeds submitted to eight NaCl concentrations (0.0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1.0; 1.2 and 1.4 mM) and eight concentrations of polyethylene glycol 6,000 (0.0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8; -1.0; -1.2 and -1.4 MPa). Regarding biochemical compounds, organic solutes were quantified, as well as proline, alpha-amylase, lipid peroxidation, and hydrogen peroxide. It was observed that the seeds of *J. mollissima* do not germinate at potentials greater than -0.2 MPa, and the concentrations of 4, 6, and 8 mM NaCl showed an increase in the germination percentage. As for the compounds, it was observed that the species uses organic compounds as osmoregulatory to not be affected by the NaCl accumulation in the substrate.

Key words: Pinhão-bravo. Seed Biochemistry. Semiarid. Saline and osmotic stress. Tetrazolium test.

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - VIABILIDADE DE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A DUAS CONCENTRAÇÕES E TEMPO DE EXPOSIÇÃO EM TETRAZÓLIO	62
Tabela 5.2 - VALORES ENCONTRADOS PARA PORCENTAGEM (G), ÍNDICE DE VELOCIDADE (IVG) E TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG) DE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.	64
Tabela 6.1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (G), ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) E TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG) DE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.	71
Tabela 6.2 - PORCENTAGEM (G), ÍNDICE DE VELOCIDADE (IVG) E TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG) DE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS E SUBSTRATOS	72
Tabela 7.1 - PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (G), TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG) E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) DE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl)	84
Tabela 7.2 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS DE AMIDO, PROLINA, PEROXIDASE (H ₂ O ₂), PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA, CARBOIDRATO, AMINOÁCIDOS E SACAROSE DAS SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl)	86
Tabela 7.3 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA, PEROXIDASE, AMIDO SOLÚVEL, α -AMILASE, AMINOÁCIDOS LIVRES TOTAIS, SACAROSE, PROTEÍNAS SOLÚVEIS, CARBOIDRATOS SOLÚVEIS TOTAIS E PROLINA LIVRE DE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A SALINIDADE	87
TABELA 7.4 – TESTE DE MÉDIA DOS COMPOSTOS QUÍMICOS AMIDO, PROLINA, PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO, PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA,	

CARBOIDRATOS E AMINOÁCIDOS EM SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL SUBMETIDAS A GERMINAÇÃO SALINA 89

Tabela 7.5 - PORCENTAGEM (G), TEMPO MÉDIO (TMG) E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE POLIETILENOGLICOL (PEG) 6.000.....92

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 - MODIFICAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS EM PLANTAS CAUSADAS POR DEFICIT HÍDRICO E SALINIDADE	28
QUADRO 2.2 - DESCRIÇÃO DO EFEITO DOS TIPOS DE SOLOS SALINO NAS PLANTAS E SUAS CARACTERÍSTICAS	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL. (A) RAMO FLORIDO; (B) BOTÃO FLORAL; (C) FLOR MASCULINA ISOLADA; (D) DETALHE DOS ESTAMES ISOLADOS; (E) FLOR FEMININA; (F) FRUTO TRICOCA; (G) BRÁCTEA ISOLADA; (H) SÉPALA ISOLADA	22
FIGURA 2.3 - MAPA DE BIOMAS E SISTEMA COSTEIRO-MARINHO BRASILEIRO	24
FIGURA 2.4 - LIMITES DA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA	26
FIGURA 4.1 - MEDIÇÃO DE LARGURA (A), COMPRIMENTO (B) E ESPESSURA (C) DAS SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.....	42
FIGURA 4.2 - COLORAÇÕES DAS SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.	44
FIGURA 4.3 - MORFOLOGIA EXTERNA DE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.	45
FIGURA 4.4 - ESTRUTURAS INTERNAS (A) E EMBRIÃO (B) DE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL. NO CORTE LONGITUDINAL RADIAL	46
FIGURA 4.5 - ESTÁGIOS DE GERMINAÇÃO DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.	47
FIGURA 4.6 - DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.	48
FIGURA 4.7 - ILUSTRAÇÃO DA QUANTIDADE DE LOBOS EM FOLHAS JOVENS E MADURAS DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.....	49
FIGURA 4.8 - ÁPICES E MARGEM ENCONTRADOS NAS FOLHAS DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.....	50
FIGURA 5.1 - PREPARO DAS SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL. (a) COM TEGUMENTO E CARÚNCULA, (b) SEM CARÚNCULA E (c) SEM TEGUMENTO E (d) SEMENTES APÓS A COLORAÇÃO	58
FIGURA 5.2 - CLASSIFICAÇÃO DAS SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL. EM VIÁVEIS (a; b) e INVIÁVEIS (c; d; e; f; g; h) PELO TESTE DE TETRAZÓLIO.....	59

FIGURA 5.3 - ABSORÇÃO DE ÁGUA EM SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL SUBMETIDAS A EMBEBIÇÃO DIRETA (ED) E EMBEBIÇÃO ENTRE PAPEL (EP) POR 28 HORAS.....	60
FIGURA 5.4 - COLORAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. A 0,25 % E 0,5 % DE CONCENTRAÇÃO DE TETRAZÓLIO.....	63
FIGURA 6.1 - FREQUENCIA RELATIVADA GERMINAÇÃO SE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL. NOS SUBSTRATOS VERMICULITA (a), ENTRE PAPEL (b), AREIA (c) E ROLO DE PAPEL (d) EM DIFERENTES TEMPERATURAS	74

LISTA DE SIGLAS

BSA - Albumina sérica bovina

BOD - *Biochemical Oxygen Demand* (Demanda Bioquímica de Oxigênio)

EROs - Espécies reativas de oxigênio

G - Porcentagem de germinação

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IVG - Índice de velocidade de germinação

MDA - malonaldeído

NaCl - Cloreto de Sódio

NEMA - Núcleo Ecológico de Monitoramento Ambiental

PEG - Polietilenoglicol

TCA - Ácido tricloroacético

TBA - Ácido tiobarbitúrico

SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

TMG - Tempo médio de germinação

UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco

UFPR - Universidade Federal do Paraná

UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco

LISTA DE SIMBOLOS

® - Marca registrada

cm - Centímetro

dS.m⁻¹ - Decisiemens por metro

MPa - Megapascal

µg/g de sementes⁻¹ - Micrograma por grama de semente

µMol de MDA/g - Micromol de malonaldeído por grama

µMol de H₂O₂/g - Micromol de peróxido de hidrogênio por grama

µg.g⁻¹ - Micrograma por grama

µg de amido hidrolisado.min⁻¹ /g de MV⁻¹ - Micrograma de amido hidrolisado por grama de material vegetal

mg/g de MV - Miligrama por grama de material vegetal hidrolisado por grama de material vegetal

mmol.g⁻¹ - Milimol por grama

mm - milímetro

mM - Milimolar

nm - nanômetro

N - Normal

rpm - Rotações por minuto

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE SIGLAS	14
LISTA DE SIMBOLOS	15
1 INTRODUÇÃO GERAL	18
1.1 OBJETIVOS	19
1.1.1 Objetivo geral	19
1.1.2 Objetivos específicos	19
1.3 JUSTIFICATIVA	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.	21
2.2 A CAATINGA	23
2.3 ESTRESSES ABIÓTICOS	27
2.3.1 Estresse Salino	28
2.3.2 Estresse Hídrico	30
2.4 ANÁLISES DE SEMENTES	31
3 REFERÊNCIAS	33
4 CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.	40
RESUMO	40
4.1 INTRODUÇÃO	41
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	42
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.4 CONCLUSÃO	50
4.5 REFERÊNCIAS	51
5 CAPÍTULO 2 - ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA DO TESTE DE TETRAZÓLIO PARA SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.	54
RESUMO	54

5.1	INTRODUÇÃO	55
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	56
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.4	CONCLUSÃO.....	64
5.5	REFERÊNCIAS.....	64
6	CAPÍTULO 3 - GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i>	
	SOB CONDIÇÕES CONTROLADAS	67
	RESUMO.....	67
6.1	INTRODUÇÃO	68
6.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	69
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
6.4	CONCLUSÃO.....	76
6.5	REFERÊNCIAS.....	76
7	CAPÍTULO 4 - ATIVIDADE BIOQUÍMICA E ENZIMÁTICA EM SEMENTES	
	DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A ESTRESSES	
	ABIÓTICOS	79
	RESUMO.....	79
7.1	INTRODUÇÃO	80
7.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	81
7.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
7.4	CONCLUSÃO.....	93
7.5	REFERÊNCIAS.....	93
8	CONCLUSÃO GERAL	98
	REFERÊNCIAS.....	99

1 INTRODUÇÃO GERAL

A Caatinga está inserida na região semiárida no Nordeste brasileiro. Sua cobertura original é de 828.080 km² (MMA-IBAMA, 2010; IBGE, 2012). Esta região apresenta constantemente com os baixos índices pluviométricos e alta intensidade luminosa (ALVES et al., 2017), fazendo com que as espécies apresentem adaptações morfológicas e fisiológicas (BRASIL, 2017; SILVA; CRUZ, 2018), devido principalmente ao déficit hídrico e estresse salino (PIMENTEL, 2004; PEREZ-MARIN et al., 2012; RIBEIRO et al, 2016).

Jatropha mollissima (Pohl) Baill., popularmente conhecida como pinhão-bravo, é considerada uma espécie endêmica da Caatinga e amplamente utilizada pela população local devido às suas propriedades medicinais para uso humano e veterinário, devido aos compostos bactericidas proveniente dos metabólitos secundários, como purgantes para animais e estimulante dos músculos lisos do intestino e do útero. A espécie é utilizada também para fins alimentícios, rituais religiosos, cultivo ornamental e como cerca viva, além do potencial para produção de biodiesel do óleo das sementes. Entretanto, os dados referentes a germinação da espécie são escassos, o que dificulta a sua utilização em programas de recuperação de áreas degradadas (LEAL; AGRA, 2005; RIBEIRO et al., 2014; SILVA et al., 2014; OLIVEIRA et al. 2014; BRAQUEHAIS et al., 2016).

As Regras para análises de sementes (RAS) (BRASIL, 2009) apresentam testes como grau de umidade, número de sementes por quilo, teste de tetrazólio, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e germinação. Cada um destes testes indica as condições de um lote de sementes e seu potencial germinativo.

Devido aos fatores citados, a pesquisa visa entender o comportamento germinativo do pinhão-bravo submetido a diferentes condições de temperatura, substrato e estresses abióticos, bem como caracterizar a morfologia de sementes e plântulas, identificar os compostos bioquímicos contidos nas sementes e determinar o melhor protocolo para o teste de tetrazólio para a espécie.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Descrever as características morfológicas das sementes e plântulas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., bem como avaliar o comportamento germinativo das sementes em diferentes condições de substrato, temperatura e estresses abióticos e composição bioquímica.

1.1.2 Objetivos específicos

Capítulo 1:

- Determinar as características físicas, bem como descrever a morfologia interna e externa de sementes e plântulas de *J. mollissima*.

Capítulo 2:

- Formular o padrão do teste de tetrazólio para avaliação de viabilidade de sementes de *J. mollissima*.

Capítulo 3:

- Avaliar o comportamento germinativo de sementes de *J. mollissima* submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

Capítulo 4:

- Avaliar o comportamento germinativo das sementes de *J. mollissima* submetidos a estresse salino e hídrico;
- Determinar os compostos bioquímicos das sementes de *J. mollissima* após germinação sob estresse salino.

1.3 JUSTIFICATIVA

Com a finalidade de subsidiar programas de restauração ecológica, faz-se necessário o conhecimento silvicultural das espécies nativas deste bioma. Dentre elas, encontra-se *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (EUPHORBIACEAE) ou pinhão-bravo, espécie com importância social, dado a sua utilização pela população local como produto medicinal, forrageiro e místico em rituais religiosos (GOMES, 2015; QUEIROZ et al, 2013; SILVA et al., 2014).

As avaliações do desenvolvimento de *J. mollissima* em solos salinos, degradados ou compactados são de suma importância, vista a sua relevância para programas de restauração (SILVA et al., 2014). Além de avaliações de germinação em condições adversas, as características de sementes e plântulas, são importantes para o reconhecimento da espécie em diferentes estágios de desenvolvimento, para o conhecimento da ecofisiologia e para o desenvolvimento inicial e estabelecimento da espécie.

A região em que a espécie está inserida, utiliza de forma intensiva de lenha como material energético. Este uso faz com que a cobertura original da Caatinga esteja bastante alterada, além da abertura de novas áreas agrícolas e pecuária (SILVA et al., 2013; BANDA et al., 2016; SILVA; DANTAS, 2016; ANTONGIOVANNI et al., 2018) e a pequena extensão de áreas protegidas. Informações acerca da importância das espécies endêmicas da Caatinga, bem como as formas de reprodução são fundamentais para que haja a proteção e também a recuperação das áreas degradadas, e até mesmo uso de forma sustentável pela população (OLIVEIRA et al., 2014; SILVA et al., 2014).

Diante do exposto, estudos acerca da caracterização morfológica de sementes e o comportamento germinativo da espécie em condições simuladas de estresses, apresentam relevância técnica para subsidiar a silvicultura da espécie.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.

O pinhão-bravo ou pinhão-vermelho, pertence à família Euphorbiaceae, quarta mais diversa na caatinga, atrás das Fabaceae, Poaceae e Asteraceae (FORZZA et al., 2010). Nas regiões tropicais e temperadas do mundo, dentro desta família estão catalogadas cerca de 8.000 espécies, subdivididas em 334 gêneros (VILLALOBOS; CASTELLANOS, 1992; SÁTIRO; ROQUE, 2008; JUDD et al., 2009; SECCO et al., 2012; ZEGARRA, 2015).

A família é considerada com de grande importância econômica (VILLALOBOS; CASTELLANOS, 1992; SÁTIRO; ROQUE, 2008; SECCO et al., 2012), pelas espécies apresentarem látex característico e sementes oleaginosas com diversos compostos. As espécies desta família apresentam rica diversidade de compostos bioquímicos, utilizados desde a antiguidade pelas populações onde há a ocorrência dessas espécies para fins alimentícios, humano e animal, produção de medicamentos, antiofídicos, azeites, ceras e cultivos ornamentais (VILLALOBOS; CASTELLANOS, 1992; LEAL; AGRA, 2005; NEVES et al., 2011; ZEGARRA, 2015).

Na medicina popular, sua utilização é devido ao látex avermelhado apresentar propriedades antiofídicas, o extrato das folhas apresentam ação antibacteriana, devido aos metabólitos secundários cumarinas, fenóis, taninos, flavonoides, alcaloides e esteroides (BRAQUEHAIS et al., 2016). Tanto as folhas quando as sementes são utilizadas para extração de óleos metabólitos secundários para uso veterinário como purgativo em animais (RIBEIRO et al., 2014; BRAQUEHAIS et al., 2016), além de ser hipotensor e estimulante dos músculos lisos do intestino e do útero (LEAL; AGRA, 2005).

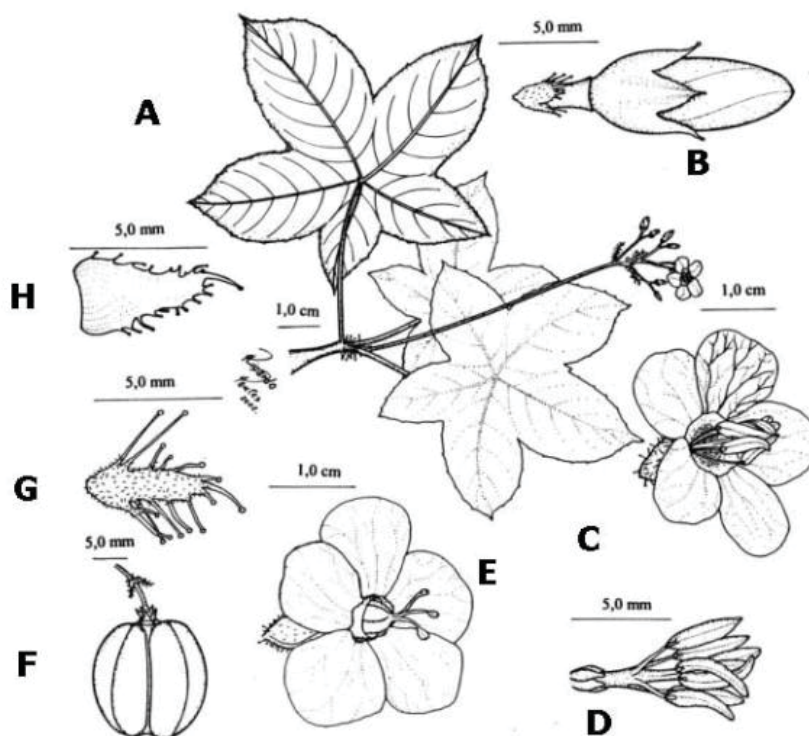
O gênero *Jatropha*, apresenta várias espécies que podem ser confundidas com a *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., como *Jatropha curcas* L. (pinhão manso), *Jatropha gossypifolia* L. (pinhão roxo) e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (pinhão rasteiro), por apresentarem características morfológicas semelhantes, em relação às suas folhas e principalmente flores.

Jatropha mollissima (Pohl) Baill. (*syn. Jatropha pohliana* var. *mollissima* (Pohl) Müll. Arg.), é caracterizado como arbusto decíduo com até 6 m de altura (FLORA DO BRASIL, 2020; NEVES et al., 2011). A espécie é endêmica da caatinga arbustiva-arbórea aberta e, é comumente encontrada em associação com *Cnidocolus*

quercifolius Pohl (faveleiro) e *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro). Ainda, seu pólen e néctar são utilizados por abelhas na época de transição entre a estação seca e chuvosa (LIMA, 2012; MAIA, 2012). Além do pólen e néctar, o látex da *Jatropha* é utilizado pelas abelhas como resina (TARGINO, 2016).

Quanto ao sistema reprodutivo (FIGURA 2.1), trata-se de uma espécie monoica, com inflorescência terminal, cimosas, com as flores femininas ocorrendo na região central e as masculinas localizadas externamente às femininas (SANTOS et al., 2005; VASCONCELOS et al., 2014). Apresenta protandria absoluta na mesma inflorescência e polinização entomofílica (NEVES et al., 2011; SANTOS et al., 2005; VASCONCELOS et al., 2014) com sistema de reprodução cruzada (POTASCHEFF et al., 2014, SANTOS et al., 2005; NEVES et al., 2011).

FIGURA 2.1 - *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. (A) RAMO FLORIDO; (B) BOTÃO FLORAL; (C) FLOR MASCULINA ISOLADA; (D) DETALHE DOS ESTAMES ISOLADOS; (E) FLOR FEMININA; (F) FRUTO TRICOCA; (G) BRÁCTEA ISOLADA; (H) SÉPALA ISOLADA



FONTE: Leal e Agra (2005).

As flores são pentâmeras e diclamídeas, nas flores pistiladas o ovário é súpero e trilocular, com produção de néctar. As flores estaminadas possuem coloração amarela e deiscência rimosa (SANTOS et al., 2005; VASCONCELOS et al.,

2014). Os frutos da espécie *J. mollissima* são simples e globosos, secos, com deiscência longitudinal através da ruptura paralela ao eixo do fruto, sincárpicos, trispérmicos e tricocos, com deiscência explosiva, característica da dispersão autocórica (SANTOS et al., 2005; VASCONCELOS et al., 2014). Leal e Agra (2005) descreveram as flores e fruto da *Jatropha mollissima*, como mostra a FIGURA 2.1.

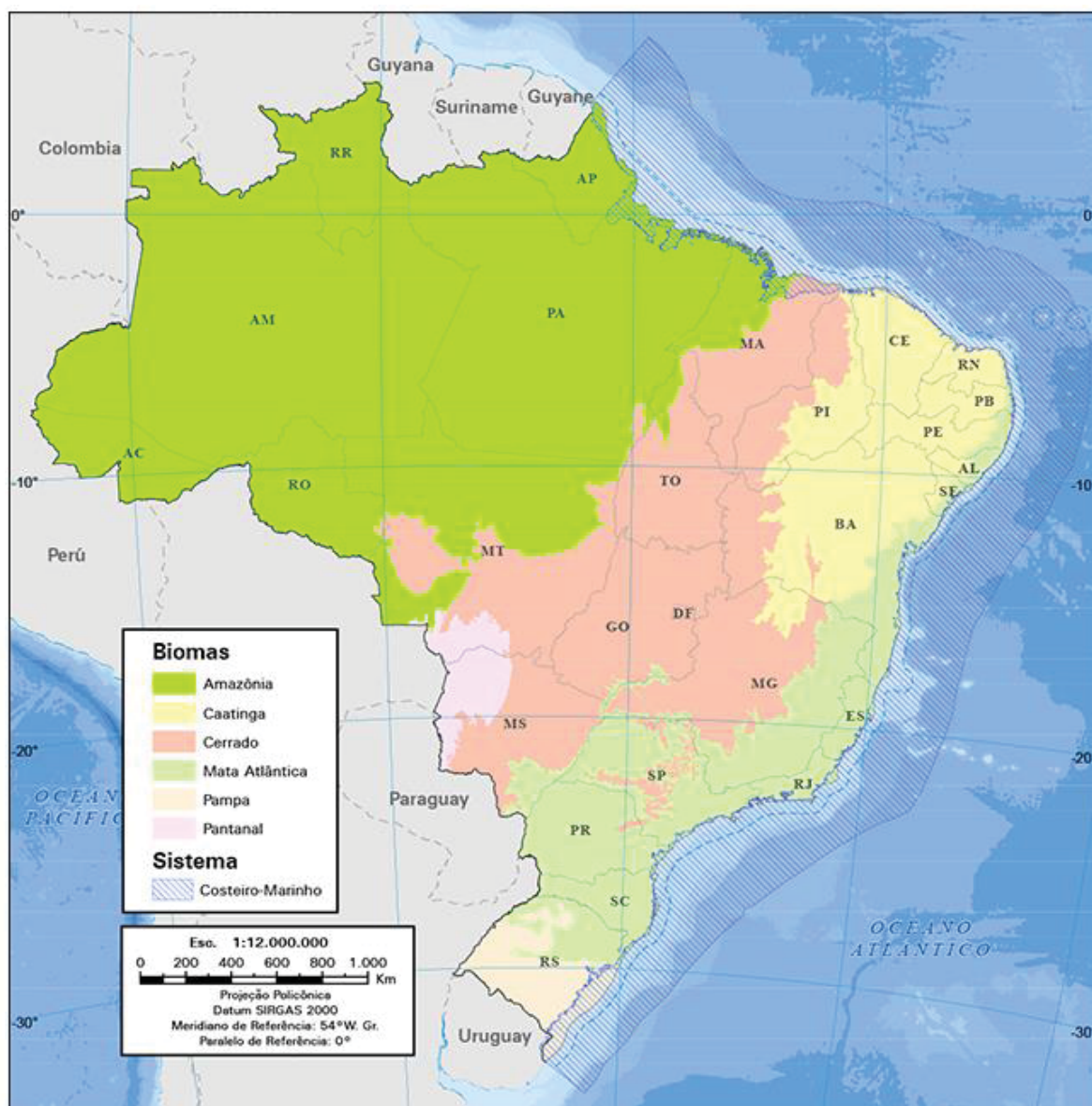
Nos estudos realizados por Ferraz et al., (2014) concluiu-se que em uma área em regeneração, após corte raso há 22 anos, *J. mollissima* é uma das espécies com maior número de indivíduos e densidade absoluta, ficando atrás apenas da *Poincianella bracteosa* Tul. L.P. Queiroz (catingueira), estas observações indicam o potencial da espécie para colonizar áreas degradadas ou abandonadas.

Na literatura os trabalhos com a espécie estão mais relacionados com a fenologia, biologia reprodutiva, identificação de compostos fenólicos e outros estudos farmacobotânicos (GOMES et al., 2016; LYRA et al., 2011; NEVES; VIANA, 2008; LEAL; AGRA, 2005; NEVES et al., 2010; NEVES et al., 2011; NEVES; VIANA, 2008; QUEIROZ et al., 2013; RIOS, 2011; ROCHA; DANTAS, 2009; SANTOS et al., 2005; SILVA et al., 2014; SOUZA; CAVALCANTE, 2019). Ademais, *Jatropha mollissima* aparece em estudos fitosociológicos em diferentes áreas da Caatinga (SÁTIRO; ROQUE, 2008; Ferraz et al., 2014; CALIXTO JÚNIOR et al., 2014; MARTINENCH, 2014; ALBUQUERQUE et al., 2005).

2.2 A CAATINGA

A Caatinga é classificada internacionalmente como floresta tropical sazonalmente seca e, de acordo com a classificação brasileira, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é savana estépica, que compreende a caatinga do Nordeste (OLIVEIRA FILHO et al., 2006; HAUFF, 2010; IBGE, 2012). O bioma abrange cerca de 828.080 km² (FIGURA 2.2), cerca de 11% do território brasileiro, com 81.141 km² da caatinga dentro dos limites do Estado de Pernambuco (MMA-IBAMA, 2010).

Figura 2.2 - MAPA DE BIOMAS E SISTEMA COSTEIRO-MARINHO BRASILEIRO



Fonte: IBGE (2019).

Segundo a classificação de Köppen, o clima na região é tropical do tipo As (zona seca com verões seco), com alguns trechos da Caatinga caracterizado como Aw (zona seca com invernos secos) e semiárido seco do tipo BSh (baixa latitude e altitude) (ALVARES et al, 2014).

Por estar inserido entre a linha do Equador e o Trópico de Capricórnio, esta região se mantém exposta a intensa luminosidade durante todo o ano. Em contrapartida, os índices pluviométricos da região são bastante variáveis (ALVES et al., 2017; SILVA; CRUZ, 2018), concentrada em poucos meses do ano, além da variabilidade do solo encontrado na região, devido as diferentes profundidades,

formação sedimentar e texturas, que vão de muito arenosos até muito argiloso, o que influencia na capacidade de retenção de água (SAMPAIO, 2010).

A vegetação apresenta diversas modificações, dado às diversas condições encontradas na região, apresentando adaptações morfológicas e fisiológicas, além da capacidade de rebrota de muitas espécies (SAMPAIO, 2010; RIEGELHAUPT; PAREYN, 2010; MAIA, 2012; SILVA; CRUZ, 2018). As adaptações são características marcantes das plantas que apresentam coloração da casca claras, para diminuir o aquecimento dos tecidos, textura das folhas coriácea, a fim de diminuir a transpiração, e perdem suas folhas nas épocas de estiagem, fecham seus estômatos nos horários de maior demanda evaporativa do ar e armazenam água nos caules ou raízes (MAIA, 2012).

A formação vegetacional é caracterizada por estrato lenhoso decidual, espinhoso e com presença de estrato herbáceo (BANDA et al., 2016; SILVA; CRUZ, 2018). Às síndromes de dispersão com predominância são a anemocoria, em áreas de caatinga mais aberta e zoocórica nas áreas mais fechadas, com maior potencial para aparecimento de animais. A grande maioria das espécies apresentam comportamento ortodoxo e também dormência tegumentar em suas sementes (SAMPAIO, 2010; PEREIRA, 2011; BARBOSA, 2003).

Devido às características específicas desta região, a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), desenvolveu a caracterização da região semiárida composto por 1.262 municípios (FIGURA 2.3), abrangendo os estados do Nordeste e o Norte de Minas Gerais. Esta classificação foi elaborada por meio de três critérios inseridos no Art. 2º incisos: I – Precipitação média anual igual ou inferior a 800 mm; II – Índice de Aridez de Thorntwaite igual ou inferior a 0,50 e; III – Percentual diário de deficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano, da Resolução 107/2017 (BRASIL, 2017).

Figura 2.3 - LIMITES DA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA



FONTE: BRASIL (2017).

A devastação da caatinga, por ações antrópicas, é um influenciador para a degradação do ambiente, levando a algumas áreas a entrarem em estágio de desertificação devido à extração intensiva de madeira para carvão e lenha, e para utilização de áreas para pecuária extensiva (SILVA et al., 2013; BANDA et al., 2016; SILVA; DANTAS, 2016; ALVES et al., 2017; BRASIL, 2017). O potencial energético das espécies faz com que a exploração, que ocorre sem manejo adequado da vegetação e sem que haja a devida reposição do estoque leve a extinção ou risco de muitas das espécies endêmicas da caatinga (MAIA, 2012; SILVA et al., 2013; INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 2013).

Diante deste cenário, toda a cobertura vegetal restam apenas 50% da cobertura original (ANTONGIOVANNI et al., 2018) e, de toda a sua extensão apenas 8,8% corresponde às unidades de conservação (UCs), sejam elas federais, estaduais

ou municipais e, destes 1,7% são de proteção integral (CNUC, 2019). Segundo Perez-Marin et al. (2012), o conhecimento da extensão da degradação da região semiárida brasileira são escassos (ANTOGIONVANNI et al., 2018). Os trabalhos recentes realizados acerca da degradação da caatinga, são em sua maioria, restritos a pontos específicos o que impede de se ter uma visão geral do problema (SILVEIRA et al., 2018; ALBERTO et al., 2019; TAVARES et al., 2019).

2.3 ESTRESSES ABIÓTICOS

Devido às condições encontradas em seu ambiente natural as espécies, durante seu ciclo de vida, passam por diversos tipos de estresse, como alterações de temperatura, salinidade, excesso ou falta de água e desbalanço nutricional (JALEEL; LLORENTE, 2009). Esses estresses podem ocorrer de maneira isolada, combinada ou múltipla (SILVA et al., 2017).

Na literatura são descritos diversos conceitos para estresse. Segundo Taiz et al. (2017), estresse é “qualquer condição ambiental que impeça a planta de alcançar seu potencial genético pleno”. Já para Jaleel e Llorente (2009), estresse é classificado como uma alteração fisiológica, uma regulação metabólica, causada por alterações no equilíbrio do vegetal, como resposta a situações adversas.

As adaptações observadas na vegetação ocorrem devido a seleção natural e não podem ser confundidas com aclimação, que consistem em alterações morfofisiológicas momentâneas, que são restabelecidas quando as condições ambientais tornam-se adequadas (TAIZ et al., 2017). Estas adaptações são mecanismos de defesa para sobreviver em ambientes estressantes, alterando os processos fisiológicos e sua morfologia para manter o crescimento e reprodução (FERNANDES et al., 2010; TAIZ et al., 2017; HUSSAIN et al., 2019).

No Quadro 2.1 estão descritas alguns efeitos das plantas quando submetidas a estresse salino e hídrico.

QUADRO 2.1 - MODIFICAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS EM PLANTAS CAUSADAS POR DEFICIT HÍDRICO E SALINIDADE

Fatores ambientais	Efeitos primários	Efeitos Secundários
Deficit Hídrico	Redução do potencial hídrico Desidratação Celular Resistencia hidráulica	Redução da expansão celular/foliar Redução das atividades celulares e metabólicas Fechamento estomático Inibição fotossintética Abscisão foliar Desestabilização de membranas e proteínas Cito toxicidade iônica Morte celular
Salinidade	Redução do potencial hídrico Desidratação celular Cito toxicidade iônica	Iguais aos efeitos do deficit hídrico

FONTE: Adaptado de Taiz et al. (2017).

2.3.1 Estresse Salino

A salinidade é um processo dinâmico do solo conhecidos mundialmente por impactar negativamente as atividades agrícolas, refletindo nos aspectos sociais e econômicos, especialmente nas regiões áridas e semiáridas (ALLBED; KUMAR, 2013; FERNANDES et al., 2010). Em todo o planeta, aproximadamente 25% da área terrestre é caracterizada como salinizada (DADSHANI et al., 2019).

Os solos afetados pela salinidade ou naturalmente salinos, como no caso do Nordeste onde a água presente no subsolo é normalmente salina (PIMENTEL, 2004), são classificados como solos halomórficos ou solos salinos, salino-sódico ou sódicos (RIBEIRO et al. 2016), dependendo da condição em que se encontra sua condutividade elétrica (QUADRO 2.2). De maneira geral, estes solos estão relacionados com regiões áridas e semiáridas, visto que apresentam naturalmente baixa pluviosidade e elevada evaporação (WILLADINO; CAMARA, 2010; RIBEIRO et al., 2016).

QUADRO 2.2 - DESCRIÇÃO DO EFEITO DOS TIPOS DE SOLOS SALINO NAS PLANTAS E SUAS CARACTERÍSTICAS

Tipo	Descrição	CE a 25°C	PST (%)	pH
Solos salinos	Concentração elevada de sais solúveis neutros pode afetar o desenvolvimento e a produção das culturas pelo estresse osmótico.	$\geq 4 \text{ dSm}^{-1}$	< 15	$7 < \text{pH} < 8,5$
Salino-Sódicos	Concentrações apreciáveis de sais solúveis neutralizantes e quantidade de sódio suficiente para interferir no desenvolvimento das plantas.	$\geq 4 \text{ dSm}^{-1}$	≥ 15	$\leq 8,5$
Solos Sódicos	Baixa concentração de sais solúveis neutralizantes e alta toxicidade às plantas por excesso de Na e OH, efeito indireto do Na trocável.	$< 4 \text{ dSm}^{-1}$	≥ 15	$8,5 < \text{pH} < 10$

FONTE: Adaptado de Ferreira et al (2016); Ribeiro et al (2016).

LEGENDA: CE: condutividade elétrica; PST: Porcentagem de Sódio Trocável; pH: potencial hidrogeniônico.

Segundo Ferreira et al. (2016) e Taiz et al. (2017) é imprescindível avaliar o grau de tolerância das plantas à salinidade, uma vez que se a quantidade de sal na solução do solo for maior do que a planta tolera pode ocorrer a plasmólise, na qual a planta irá perder água para o meio devido ao desbalanço do potencial osmótico. Os efeitos de estresse salino nas plantas são semelhantes aos de deficit hídrico, devido ao acúmulo excessivo de sal na solução do solo, aumentando a pressão osmótica, que resulta na redução do poder de absorção pelas plantas, mesmo que tenha água disponível (PARIHAR et al., 2015; FERREIRA et al., 2016).

As plantas de ambientes salinos são classificadas de acordo com a tolerância a esta característica, em plantas glicófitas ou halófitas. Glicófitas não são tolerantes a salinidade e as halófitas toleram solos salinos, por meio das adaptações desenvolvidas para a sobrevivência da espécie (FERREIRA et al., 2016; TAIZ et al., 2017).

As plantas halófitas, desenvolvem a capacidade de completar seu ciclo de vida em ambientes com altas concentrações de sais no solo, acima de 4 dS.m^{-1} (FERREIRA et al., 2016). Dias et al., (2016) afirmam que, geralmente, em concentrações de até 2 dS.m^{-1} , o crescimento de diversas culturas não é afetado. As células vegetais se ajustam osmoticamente, para continuar absorvendo água, através do acúmulo de sais inorgânicos, dentre eles os compostos hidrofílicos e as proteínas, também hidrofílicas, para a proteção das membranas (PARIHAR et al., 2015).

O sal é um limitante na absorção de água pelas plantas ou sementes, à medida que a concentração salina aumenta. O excesso de sal pode ser tóxico, principalmente às sementes, levando a morte do embrião por toxidez (SILVA; DANTAS, 2016). Ao interferir na germinação e em estágios posteriores ao crescimento da planta, o estresse salino afeta diretamente os processos fotossintéticos, desbalanço nutricional e relações hídricas (PARIHAR et al., 2015).

Este comportamento é visto nas plantas também submetidas ao déficit hídrico, uma vez que o impedimento de absorção de água causado pelo sal também leva a deficiência hídrica, porém os efeitos são agravados pela toxicidade do sal em excesso no interior das sementes ou planta (SANTOS et al., 2016).

2.3.2 Estresse Hídrico

O termo “seca” é caracterizado por um período sem a ocorrência de chuvas significativas e o estresse causado pelo déficit hídrico é avaliado de acordo com a redução da água disponível no solo e perda de água pela evaporação (JALEEL; LLORENTE, 2009). A falta de água no ciclo de vida vegetal afeta diretamente as principais reações metabólicas, como hidratação de tecidos, intensificação da respiração e atividades metabólicas (PIMENTEL, 2004; TAIZ et al., 2017; MENDES et al., 2018).

As plantas reagem ao estresse hídrico por meio do fechamento estomático, limitações nas trocas gasosas, perda da turgescência e estagnação do crescimento e consequente redução da biomassa (SILVA et al., 2017; TAIZ et al., 2017; JALEEL; LLORENTE, 2009; SANTOS, 2018), redução da porcentagem de germinação e da área foliar (HUSSAIN et al., 2019). Entretanto, estas variações de tolerâncias alteram-se de acordo com a espécie, genótipo e de acordo com a intensidade e tempo de exposição ao estresse.

Segundo Marcos Filho (2015), é considerado benéfico à germinação, capacidade de retenção de água em solos com potenciais entre - 0,01 a - 0,04 MPa. Com a deficiência hídrica, não ocorre a hidrólise do amido em açúcar solúvel, que é fundamental para a germinação das sementes e também respiração noturna das plantas, além disso, a água mantém a turgescência das células (PIMENTEL, 2004). Uma das adaptações sofridas pelas plantas em ambientes com baixa disponibilidade hídrica é a eficiência do uso da água (EUA) que, segundo Pimentel (2004), em climas

tropicais, as plantas podem perder mais que o seu próprio peso em água por dia, dependendo da condição em que está submetida.

Ainda, a indisponibilidade hídrica gera, em algumas plantas, o chamado estresse oxidativo. As espécies que reagem desta forma, são chamadas de espécies reativas de oxigênio (EROs) ou ROS (*Reactive Oxygen Species*), que produzirão subprodutos dos processos de respiração e fotossíntese, como radical superóxido e hidroxila, peróxido de hidrogênio e oxigênio em maiores quantidades, além de oxidar as proteínas, inativar enzimas e interferir nas funções vitais da planta (PARIHAR et al., 2015; JALEEL; LLORENTE, 2009; SILVA et al., 2017).

A formação de EROs ocorre quando os antioxidantes responsáveis pela defesa da planta se esgotam e/ou a formação de EROs supera estas defesas, sendo tal comportamento visto normalmente em ambientes em condições adversas (SCANDALIOS, 2005). Além de reações oxidativas, plantas submetidas a estresse hídrico apresentam variações nos solutos como resposta ao estresse, que interferem no potencial osmótico celular, na produção de prolina livre, alterações nos carboidratos, proteínas solúveis e aminoácidos livres (PIMENTEL, 2004; MARTINS et al., 2018; SANTOS, 2018).

2.4 ANÁLISES DE SEMENTES

As avaliações de qualidade das sementes podem ser físicas, sendo avaliadas características como teor de água, pureza, peso de mil sementes e número de sementes por quilo ou fisiológicas, quando se avalia a viabilidade pelo teste de germinação e o vigor das sementes por meio de teste de tetrazólio, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica.

Os estudos relacionados ao vigor e viabilidade das sementes, são de grande importância para que assim seja possível adequar padrões de qualidade, principalmente fisiológico, dos lotes de sementes (CUSTÓDIO, 2005). Por isso, se faz necessária a definição de metodologias, para as espécies nativas, de avaliação do potencial fisiológico das sementes.

Segundo Marcos Filho (2015), as pesquisas na área de sementes são um importante meio de identificar os métodos mais eficientes para avaliação do potencial fisiológico, e assim formar um banco de dados para estabelecimento de avaliações eficientes para identificar qualidades e defeitos no lote. Desta forma, os viveiristas ou

produtores de sementes, terão maior segurança para escolher lotes que apresentem elevado potencial fisiológico e atendam as expectativas do mercado.

É sempre importante que se faça uma correlação entre os testes de vigor e os testes de germinação, pois assim é possível explicar os resultados encontrados, o que possibilita indicar sugestões de causas para as baixas taxas de germinação, por exemplo após um período de armazenamento (MARCOS FILHO, 2015). Por outro lado, a realização exclusivamente de testes de germinação apresentam limitações em relação à rapidez de resposta, por isso tem-se estudado testes que propiciem resultados rápidos e igualmente confiáveis (CUSTÓDIO, 2005).

A germinação de sementes é um teste que visa a determinação de vigor de um lote. O processo da germinação é classificado, na literatura, de três formas: botânica, fisiológica e técnica.

A definição botânica, diz que a germinação é a retomada do crescimento do embrião, culminando no rompimento do tegumento pela radícula (ALBUQUERQUE et al., 2005; SILVA et al., 2019). A fisiológica refere-se aos eventos fisiológicos que ocorrem no interior da semente, com influência de diversos fatores, externos e internos, o técnico avalia a germinação de acordo com a formação de uma plântula normal (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Entre os testes para verificar a viabilidade de sementes, podem ser citados o teste de germinação e o teste de tetrazólio. Para avaliação de vigor de sementes, são utilizados os testes de condutividade elétrica e envelhecimento acelerado, por exemplo.

O teste de tetrazólio consiste na avaliação de vigor e viabilidade das sementes, de forma rápida, devido ao tempo reduzido para avaliação em relação à teste padrões de germinação, e pode indicar também alguns fatores que reduzem o potencial germinativo, como danos mecânicos, má formação ou deterioração. O princípio deste teste é mensurar os processos respiratórios das sementes, de acordo com a coloração gerada nos tecidos pela ação de enzimas que produzem o trifenilformazan, composto de coloração vermelho carmin, que de acordo com a intensidade respiratória apresenta variações de vermelho claro ao vinho (BRASIL, 2009; FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2019; FRANÇA NETO et al., 1998; FERREIRA; BORGHETTI, 2004; MARCOS FILHO, 2015; MERCADO; DELGADO, 2018).

Já o teste de germinação, consiste em avaliar o vigor e viabilidade de sementes a partir da emissão de radícula. Para que ocorra a germinação são necessárias condições favoráveis, seja em campo ou em ambiente controlado, estas condições influenciam positiva ou negativamente a germinação de sementes. Tais condições são intrínsecas ou extrínsecas às sementes. As intrínsecas estão relacionadas com as características genética das sementes e, as extrínsecas são condições ambientais como umidade, temperatura, luz e oxigênio (OLIVEIRA, 2012; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Outro importante estudo, é a descrição morfológica de sementes e plântulas. Estas características irão auxiliar na identificação correta das espécies em estágios iniciais de desenvolvimento. Além da caracterização física, descritores morfológicos geram informações sobre a ecofisiologia, bem como o comportamento das espécies em diferentes regiões, submetidas a diferentes condições ambientais (SOUZA; CAVALCANTE, 2019).

3 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P. DE; ANDRADE, L. DE H. C.; SILVA, A. C. O. DE. Use of plant resources in a seasonal dry forest (Northeastern Brazil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 27–38, 2005.

ALLBED, A.; KUMAR, L. Soil Salinity Mapping and Monitoring in Arid and Semi-Arid Regions Using Remote Sensing Technology: A Review. **Advances in Remote Sensing**, v. 02, p. 373–385, 2013.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen ' s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.

ALVES, A. R.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. DA; et al. Conteúdo de nutrientes na biomassa e eficiência nutricional em espécies da caatinga. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 377–390, 2017.

ANTONGIOVANNI, M.; VENTICINQUE, E. M.; FONSECA, C. R. Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. **Landscape Ecology**, v. 33, n. 8, p. 1353–1367, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10980-018-0672-6>>.

BANDA, K. R.; DELGADO-SALINAS, A.; DEXTER, K. G.; et al. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. **Science**, v. 353, n. 6306, p. 1383–1388, 2016.

BARBOSA, D. C. . Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da Caatinga com germinação rápida. In: I. R. Leal; M. Tabarelli; J. M. C. Silva

(Orgs.); **Ecologia e Conservação da Caatinga**. p.822, 2003. Recife: Ed. Universitária da UFPE.

BRAQUEHAIS, I. D.; VASCONCELOS, F. R.; RIBEIRO, A. R. C.; et al. Estudo preliminar toxicológico, antibacteriano e fitoquímico do extrato etanólico das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (pinhão-bravo, Euphorbiaceae), coletada no Município de Tauá, Ceará, Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Plantas Med Med**, v. 18, n. 2, p. 582–587, 2016.

BRASIL. **Regra para Análises de Sementes de Espécies Florestais**. Brasília, 2009.

BRASIL, S. Resolução Nº 107/2017. , v. 2005, p. 2, 2017. Disponível em: <www.sudene.gov.br>. .

CALIXTO JÚNIOR, J. T.; DRUMOND, M. A. Estudo comparativo da estrutura fitossociológica de dois fragmentos de Caatinga em níveis diferentes de conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 80, 2014.

CARVALHO, N. M. DE; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012.

CNUC. Unidades de Conservação por Bioma. **Unidades de Conservação por Bioma**, p. 2019, 2019.

CUSTÓDIO, C. C. Testes Rápidos Para Avaliação Do Vigor De Sementes: Uma Revisão. **Colloquium Agrariae**, v. 1, n. 1, p. 30–41, 2005.

DADSHANI, S.; SHARMA, R. C.; BAUM, M.; et al. Multi-dimensional evaluation of response to salt stress in wheat. **Plos One**, v. 14, n. 9, p. e0222659, 2019.

DIAS, NILDO S; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R. DE; et al. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: H. R. Gheyi; N.S. Dias; C. . Lacerda; E. Gomes Filho (Orgs.); **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**, 2016. Fortaleza: INCTSal.

FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. Halofitismo e agricultura bioassalina. In: H. R. et al Gheyi (Org.); **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado**. p.504, 2016. Fortaleza: INCTSal.

FERRAZ, J. S. F.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; JACQUELINE, M. I. M.; SANTOS, M. VIRGINIA F. Estrutura do componente arbustivo-arboreo da vegetação em suas áreas de caatinga, no município de Floresta, Pernambuco. **Revista Arvore**, v. 38, n. 6, p. 1055–1064, 2014.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, 2004.

FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos Físicos e Químicos de Solos em Regiões áridas e semiáridas. In: H. R. Gheyi; N. S. Dias; C. F. Lacerda; E. Gomes Filho (Orgs.); **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado**. 2 ed. ed., p.17–34, 2016. Fortaleza: INCTSal.

Jatropha in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:

<<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB17582>>.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; COSTA, A.; et al. **Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Adrea Jakobson Estúdio Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

FRANÇA-NETO, J. D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. **Journal of Seed Science**, , n. 3, p. 359–366, 2019.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. . C.; COSTA, N. P. O teste de tetrazólio em sementes de soja. **EMBRAPA-CNPso**, v. Documentos, p. 72, 1998.

GOMES, J. A. D. S. **Inibição dos efeitos locais induzidos pelas peçonhas das serpentes *Bothrops erythromelas* e *Bothrops jararaca* pelo extrato aquoso das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Bail**, 2015. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

GOMES, J. A. D. S.; FÉLIX-SILVA, J.; MORAIS FERNANDES, J.; et al. Aqueous Leaf Extract of *Jatropha mollissima* (Pohl) Bail Decreases Local Effects Induced by Bothropic Venom. **BioMed Research International**, v. 2016, n. Article ID 6101742, p. 13, 2016.

HAUFF, S. N. Representatividade do Sistema Nacional de Unidades de Conservação na Caatinga. **Programa Das Nações Unidas Para O Desenvolvimento**, p. 54, 2010.

HUSSAIN, SADAM; HUSSAIN, SADDAM; QADIR, T.; et al. Drought stress in plants: An overview on implications, tolerance mechanisms and agronomic mitigation strategies. **Plant Science Today**, v. 6, n. 4, p. 389–402, 2019.

IBGE. Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/biomas/>>. Acesso em: 17/3/2020.

IBGE, I. G. E E. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Livro vermelho da Flora do Brasil**. 1 ed. ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

JALEEL, C. A.; LLORENTE, B. E. Drought stress in plants: A review on water relations. **Bioscience Research**, v. 6, n. 1, p. 20–27, 2009.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal - Um Enfoque Filogenético**. 3ª edição ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

LEAL, C. K. A.; AGRA, M. D. F. Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae).

Acta Farmaceutica Bonaerense, v. 24, n. 1, p. 5–13, 2005.

LIMA, B. . **Caatinga: espécies lenhosas e herbáceas**. Mossoró: EdUfersa, 2012.

LYRA, D. H.; SAMPAIO, L. S.; PEREIRA, D. A.; SILVA, A. P.; AMARAL, C. L. F. Pollen viability and germination in *Jatropha ribifolia* and *Jatropha mollissima* (Euphorbiaceae): Species with potential for biofuel production. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 3, p. 368–374, 2011.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2 ed. ed. Fortaleza: PrintColor Gráfica e Editora Ltda, 2012.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2015.

MARTINENCH, A. **Aspectos ecofisiológicos da catingueira e do pinhão- bravo em uma área de caatinga de sergipe**. Pontificia Universidad Catolica del Peru, 2014.

MARTINS, A. C.; LARRÉ, C. F.; BORTOLINI, F.; et al. Tolerância ao déficit hídrico: adaptação diferencial entre espécies forrageiras. **Iheringia - Serie Botanica**, v. 73, n. 3, p. 228–239, 2018.

MENDES, M.; RITIELLY, D. D. K.; LEANDRO, L.; CARLOS, D. C. A. Influência do estresse hídrico na germinação de sementes e formação de plântulas de angico branco. **Advances in forest science**, p. 375–379, 2018.

MERCADO, S. A. S.; DELGADO, E. A. B. Viabilidad de semillas de *Glycine max* (L.) Utilizando la prueba de tetrazolio. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 89–98, 2018.

MMA-IBAMA. Monitoramento do bioma Caatinga: 2002 a 2008. , p. 58, 2010.

Disponível em:

<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/caatinga/relatrio_tcnico_caatinga_72.pdf>.

NEVES, E. L. DAS; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botanica**, v. 33, n. 1, p. 155–166, 2010.

NEVES, E. L. DAS; MACHADO, I. C.; VIANA, B. F. Sistemas de polinização e de reprodução de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botanica**, v. 34, n. 4, p. 553–563, 2011.

NEVES, E. L. DAS; VIANA, B. F. Dispersão e predação de sementes de três espécies de *Jatropha*, (Euphorbiaceae) da caatinga, semi-árido do Brasil. **Cambotá - Revista Virtual**, v. 4, n. 2, p. 146–157, 2008.

OLIVEIRA-FILHO, A.; JARENKOW, J. A.; RODAL, M. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern south america based on tree species distribution patterns. In: R. T. Pennington; G. P. Lewis; J. A. Ratter (Orgs.); **Neotropical savannas and dry forests: Plant diversity, biogeography and conservation**.

p.59–192, 2006.

OLIVEIRA, O. DOS S. **Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas**. Curitiba: Editora da UFPR, 2012.

OLIVEIRA, G. M.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C.; et al. Germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Caatinga em diferentes temperaturas. **Scientia Plena**, v. 10, n. 4, p. 1–6, 2014.

PARIHAR, P.; SINGH, S.; SINGH, R.; SINGH, V. P.; PRASAD, S. M. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 6, p. 4056–4075, 2015.

PEREIRA, M. S. **Conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga**. Manual Téc ed. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011.

PEREZ-MARIN, A. M.; CAVALCANTE, A. DE M. B.; MEDEIROS, S. S. DE; TINÔCO, L. B. DE M.; SALCEDO, I. H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro : ocorrência natural ou antrópica ? **Parcerias Estratégicas**, v. 17, n. 34, p. 87–106, 2012.

PIMENTEL, C. **A Relação da Planta com a Água**. Seropédica: Edur, 2004.

POTASCHEFF, C. DE M. DE; MORI, S. A.; LOMBARDI, J. A. Pollination ecology of the Cerrado species *Eschweilera nana* (Lecythidaceae subfam. Lecythidoideae). **Brittonia**, v. 66, n. 2, p. 191–206, 2014.

QUEIROZ, M. F. DE; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; et al. Crescimento e fenologia de espécies de *Jatropha* durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 405–411, 2013.

RIBEIRO, A. R. C.; ANDRADE, F. D.; MEDEIROS, MA. C.; et al. Estudo da atividade anti-helmíntica do extrato etanólico de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae) sob *Haemonchus contortus* em ovinos no semiárido paraibano. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 1051–1055, 2014.

RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: H. R. Gheyi (Org.); **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado.2**. p.9–15, 2016. Fortaleza: INCTSal.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão Sustentável. **Uso Sustentavel e conservação dos recursos florestais da caatinga**. p.368, 2010. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro.

RIOS, J. B. **Estudo químico da raiz de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill: identificação de compostos fenólicos em quatro espécies do gênero *Anthurium* através de Cromatografia Líquida acoplada à Espectrometria de Massas**, Universidade Federal do Ceará.2011.

ROCHA, F. A. G. DA; DANTAS, L. Í. S. Atividade antimicrobiana in vitro do látex do aveloz (*Euphorbia tirucalli* L.), pinhão bravo (*Jatropha mollissima* L.) e pinhão roxo

(*Jatropha gossypifolia* L.) sobre microrganismos patogênicos. **Holos**, v. 4, p. 3–1, 2009.

SAMPAIO, E. V. S. B. Características e potencialidades. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. p.368, 2010. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro.

SANTOS, C. A. DOS. **Respostas fisiológicas e bioquímicas na germinação e desenvolvimento inicial de dois genótipos de *Jatropha curcas* L. sob deficiência hídrica**, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2018.

SANTOS, C. A. DOS; SILVA, N. V. DA; WALTER, L. S.; SILVA, E. C. A. DA; NOGUEIRA, R. J. M. C. Germinação de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 219–224, 2016.

SANTOS, M. J.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) em caatinga, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 361–373, 2005.

SÁTIRO, L. N.; ROQUE, N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 99–118, 2008.

SCANDALIOS, J. G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, n. 7, p. 995–1014, 2005.

SECCO, R. D. S.; CORDEIRO, I.; SENNA-VALE, L. DE; et al. An overview of recent taxonomic studies on Euphorbiaceae s.l. in Brazil. **Rodriguesia**, v. 63, n. 1, p. 227–242, 2012.

SILVA, D. V. S. DA; CRUZ, C. B. M. Tipologias de Caatinga: Uma Revisão em Apoio a Mapeamentos Através de Sensoriamento Remoto Orbital e GEOBIA. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 35, p. 113–120, 2018.

SILVA, D. A. DE O.; ALVES, É. DA S.; LOPES, I.; SANTOS, W. M. DOS; SILVA, E. M. DA. Análise e mapeamento da degradação por sensoriamento remoto na estação ecológica raso da catarina-semiárido brasileiro. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 5, p. 420–430, 2019.

SILVA, E. C. A. DA; COSTA, J. R. DA S.; COSTA, P. C. F. DA; et al. Salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu. **Ciência Agrícola**, v. 17, n. 1, p. 63–69, 2019.

SILVA, E. C. A. DA; LUCENA, P. G. C. DE; NASCIMENTO, R. M. DO; SANTOS, C. A. DOS; NOGUEIRA, R. J. M. C. Mecanismos bioquímicos em *Moringa oleífera* Lam. para tolerância à salinidade. **Acta Igazu**, v. 6, n. 4, p. 54–71, 2017.

SILVA, F. F. S. DA; DANTAS, B. F. Quantification of storage proteins during seed imbibition of native species from the Brazilian Caatinga vegetation. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 1733–1744, 2016.

- SILVA, J. A. AL. DA; ROCHA, K. D. DA; FERREIRA, R. L. C.; TAVARES, J. A. Produtividade volumétrica de clones de *Eucalyptus* spp. no polo gesseiro do araripe, pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 10, p. 240–260, 2013.
- SILVA, M. A.; PACHECO, C. M.; SANTOS, C. A. DOS; NASCIMENTO, H. H. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Tolerance mechanisms in *Hymenaea courbaril* L. and *Jatropha curcas* L. plants as a response to water deficit and contamination by oil derivatives. **Revista Árvore**, v. 41, n. 2, 2017.
- SILVA, S. I.; OLIVEIRA, A. F. M.; NEGRI, G.; SALATINO, A. Seed oils of Euphorbiaceae from the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Biomass and Bioenergy**, v. 69, p. 124–134, 2014. Elsevier Ltd.
- SILVEIRA, R. N. C. M.; PEIXOTO, F. S.; COSTA, R. N. T.; CAVALCANTE, I. N. Efeitos da seca em perímetros irrigados no Semiárido Brasileiro. **Anuario do Instituto de Geociencias**, v. 41, n. 2, p. 268–275, 2018.
- SOUZA, D. D. DE; CAVALCANTE, N. B. Biometria de frutos e sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 115, 2019.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. MAX; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TARGINO, K. C. DE F. **Viabilidade da produção de biodiesel usando óleo da *Jatropha mollissima* (pinhão bravo) via catálise homogênea e heterogênea**, 2016.
- TAVARES, V. C.; DE ARRUDA, Í. R. P.; DA SILVA, D. G. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. **Geosul**, v. 34, n. 70, p. 385–405, 2019.
- VASCONCELOS, G. C. L.; FERNANDES, F. S.; AMADOR, A. M.; AMADOR, K. A. M.; ARRIEL, N. H. C. Caracterização morfológica de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 263–268, 2014.
- VILLALOBOS, M. J. P.; CASTELLANOS, E. C. La familia Euphorbiaceae como fuente de aceites vegetales para la industria tecnouímica. **Grasas y Aceites**, v. 43, n. 1, p. 39–44, 1992.
- WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1–23, 2010.
- ZEGARRA, R. Z. Las Especies De La Familia Euphorbiaceae En La Provincia De Tacna: Estudio Biosistemático. **Ciencia & Desarrollo**, , n. 19, p. 44–48, 2015.

4 CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.

RESUMO

Jatropha mollissima (Pohl) Baill., é endêmica da Caatinga arbustiva-arbórea, é utilizada para fins forrageiros, medicinais e ornamental. A descrição morfológica das espécies é um atributo para que se possa conhecer a sua Ecofisiologia, principalmente nos estágios iniciais de desenvolvimento. Diante disto, a presente pesquisa teve como objetivo descrever as características físicas e morfológicas de sementes e plântulas de *Jatropha mollissima*. Inicialmente foram mensurados o peso de mil sementes, número de sementes por quilo e o grau de umidade, seguindo a metodologia descrita na RAS. As dimensões da semente foram feitas a partir da mensuração de 100 sementes medidas em comprimento, largura e espessura. Para a descrição morfológica, as sementes foram postas para germinar e mantidas em câmara de germinação do tipo BOD a 25 °C e iluminação constante. Foram feitas fotografias de todo o processo de desenvolvimento desde a germinação até a formação da plântula, com uma folha verdadeira completamente expandida. *J. mollissima* apresentou peso de mil sementes igual a 332 g, 3.008 sementes por quilo, umidade de 6,7 % e 1,29 cm de comprimento, 0,84 cm de largura e 0,66 de espessura. Verificou-se que as sementes possuem forma ovalada, são endospermica, coloração marrom-escuro ou mesclada, possuem rafe e hilo visíveis e carúncula com coloração bege. O endosperma é oleaginoso, espesso encaixado ao embrião, com cotilédones foliáceos e espatulado, o embrião é axial, o eixo-hipocótilo radícula apresenta formato cilíndrico curto. A germinação é epígea, fanerocotiledonar, apresenta raiz principal e de três a quatro secundárias. As folhas apresentaram dimorfismo, são lobada de três a cinco lobos, com margem serreada, ápice de cuspidado ou atenuado, com tricomas simples nas bordas. O pinhão-bravo apresenta características marcantes da família *Euphorbiaceae* e do gênero *Jatropha*, mostra a plasticidade fenotípica da população em que a espécie foi coletada.

Palavras-Chave: Análises Físicas. Descrição Botânica. Germinação Epígea Fanerocotiledonar. Pinhão-bravo.

4.1 INTRODUÇÃO

Jatropha mollissima (Pohl) Baill. (EUPHORBIACEAE), conhecida como pinhão-bravo, é considerada endêmica da Caatinga, classificada com porte arbustivo-arbóreo, arbusto ou arvoreta (LEAL; AGRA, 2005; LIMA, 2012; LIMA et al., 2015; MAIA, 2012; VASCONCELOS et al., 2014). A espécie é utilizada na medicina popular, apresenta látex característico da família, óleo nas sementes e potencial ornamental (LEAL; AGRA, 2005).

J. mollissima apresenta inflorescência terminal, cimosa, monoica com flores femininas dispostas no centro da inflorescência e as masculinas externamente, as flores femininas e masculinas, que não permanecem abertas ao mesmo tempo (SANTOS et al. 2005), evitando assim a autofecundação da espécie. Segundo Santos et al. (2005), a espécie permanece com flores durante todo o ano, servindo de alimento para abelhas durante os períodos de estiagem, os frutos apresentam deiscência explosiva e dispersão autocórica (NEVES; VIANA, 2008; NEVES et al., 2010; NEVES et al., 2011; SANTOS et al., 2005).

Estudos acerca da morfologia de frutos, sementes e plântulas de *J. mollissima* são escassos na literatura (LEAL; AGRA, 2005; SOUZA; CAVALCANTE, 2019; VASCONCELOS et al., 2014), encontrando-se apenas estudos químicos sobre a espécie e biologia reprodutiva (NEVES et al., 2010; NEVES et al., 2011; GOMES et al., 2016; QUEIROZ et al., 2013; SILVA et al., 2015). Para se ter um melhor conhecimento da autoecologia das espécies nativas, é importante conhecer o comportamento, a distribuição e a morfologia da espécie (COSMO et al., 2010), além de avaliar os efeitos de fatores ambientais sobre o fenótipo (SOUZA; CAVALCANTE, 2019).

Devido à escassez de pesquisas relacionadas à descrição da espécie, em estágios iniciais, torna-se um empecilho a identificação de plântulas e mudas jovens. Portanto, pesquisas relacionadas a este tema são de extrema importância para o conhecimento da espécie em estudo.

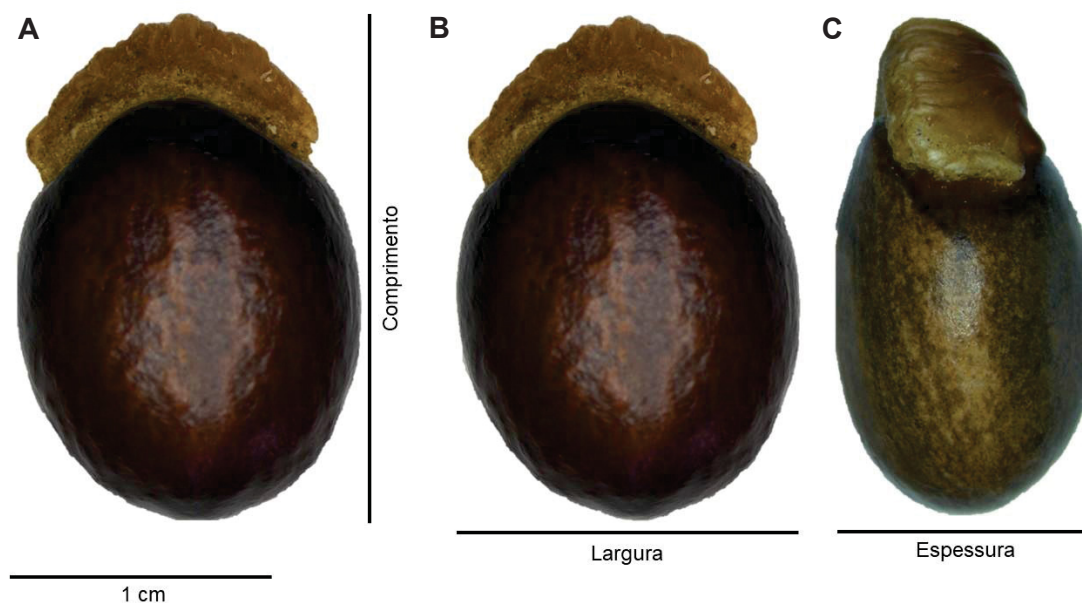
Diante do exposto, a presente pesquisa tem como objetivo descrever as características físicas e morfológicas de sementes e plântulas de *Jatropha mollissima*.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes da *J. mollissima* foram cedidas pela Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco, do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA), da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Os frutos foram coletados de 10 árvores matrizes, no município de Floresta/PE, em maio de 2018, com coordenadas 08°36'04" S e 38°34'07" W a 316m de altitude.

As análises foram realizadas no Laboratório de Sementes Florestais, na Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR. A caracterização morfológica das sementes de *J. mollissima* foi feita a partir da mensuração de 100 sementes para: comprimento (FIGURA 4.1A), largura (FIGURA 4.1B) e espessura (FIGURA 4.1C), com o auxílio de paquímetro com precisão de 0,001.

FIGURA 4.1 - MEDIÇÃO DE LARGURA (A), COMPRIMENTO (B) E ESPESSURA (C) DAS SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.



FONTE: Walter (2020).

O peso de mil sementes, foi obtido a partir de oito repetições de 50 sementes, com a pesagem de cada uma das repetições, como sugerido pela Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O grau de umidade das sementes foi realizado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24h (BRASIL, 2009).

A descrição morfológica foi realizada a partir da observação visual, com auxílio de lupa estereoscópica, utilizando-se 50 sementes. Para as avaliações internas

da semente foram realizados cortes longitudinais radial e transversais. Foram identificadas e descritas as estruturas internas: presença ou ausência de endosperma, posição dos cotilédones, embrião, sua forma e coloração e eixo hipocótilo-radícula. Das características externas avaliou-se: cor, textura, consistência, forma, posição do hilo e micrópila.

Para a descrição de plântulas, 15 sementes germinadas foram selecionadas para avaliar o desenvolvimento até a emissão da primeira folha verdadeira completamente expandida. As sementes foram postas para germinar em caixas acrílicas transparentes, tipo gerbox®, utilizando duas folhas de papel toalha tipo germitest® como substrato. Após a germinação, as sementes foram alocadas em bandejas com substrato comercial a base de casca de pinus para acompanhamento do crescimento permanecendo em câmaras de germinação tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) a 25 °C e iluminação constante. Foram obtidas imagens com câmera Sony (Cyber-shot Dsc-w630, 16.1 megapixels) e lupa Leica (modelo DM300) para acompanhamento e descrição das sementes e plântulas.

A descrição e determinação de termos das características morfológicas foram descritas baseado na literatura de Barroso et al. (1999), Brasil-MAPA (2009), Gonçalves e Lorenzi (2011), Silva (1999) e Souza et al. (2013).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

J. mollissima apresentou 3.008 sementes por quilo, com peso de mil sementes igual a 332 g (CV= 1,63 %) e umidade inicial de 6,7 %. Em relação ao dimensionamento, obteve-se média de 1,29 cm ($\pm 0,90$) de comprimento, 0,84 cm ($\pm 0,28$) de largura e 0,66 ($\pm 0,18$) de espessura. Dentro do mesmo gênero, as espécies apresentam morfologias semelhantes como por exemplo sementes de *J. curcas*, outra espécie bastante conhecida da família Euphorbiaceae, que são relatadas na literatura com umidade inicial entre 7,0 a 9,5% (PIMENTA et al., 2014).

Avaliando sementes de *J. mollissima*, Lima et al. (2015) e Souza; Cavalcante (2019) encontraram valores iguais a 1,27 cm para comprimento, 0,84 cm de largura e 0,66 cm de espessura. As sementes avaliadas por Souza; Cavalcante (2019) apresentaram dimensões em torno de 0,8 cm maiores em relação às sementes avaliadas na presente pesquisa. Estas pequenas variações observadas nas dimensões, podem ser explicadas devido a variabilidade genética da espécie, visto

que as sementes são coletadas de populações naturais. A variação dos locais de coleta também pode interferir nos tamanhos das sementes e no comportamento da espécie, uma vez que alterações no tipo de solo ou precipitação influenciam na produção de sementes.

Ao comparar as dimensões das sementes dentro do mesmo gênero, observa-se alta variação. Sementes de *J. curcas*, estudadas por Pimenta et al. (2014), apresentam maiores dimensões com comprimento igual a 1,75 cm (CV= 3,3 %), largura de 1,09 cm (CV= 4,5 %) e espessura média de 0,87 cm (CV = 5,4 %), *Jatropha elliptica* Müll. Arg. foram caracterizadas com comprimento médio igual a $0,821 \pm 0,06$ cm, largura igual a $0,433 \pm 0,02$ cm e espessura de $0,369 \pm 0,01$ cm (AÑEZ et al. 2005), e sementes de *J. ribifolia* apresentam em média $0,74 \pm 0,07$ cm de comprimento, $0,38 \pm 0,04$ cm de largura e $0,27 \pm 0,03$ cm de espessura (LYRA et al., 2012). Comprando com os resultados encontrados para o pinhão-bravo, a espécie estudada por Añez et al. (2005) e Lyra et al. (2012) apresentaram tamanho inferior em relação ao encontrado nas sementes de *J. mollissima*, já *J. curcas* apresenta maiores dimensões.

As sementes de *J. mollissima*, apresentam coloração variável com sementes de cor de marrom a preta, acinzentada ou mesclada (FIGURA 4.2). A coloração das sementes é um fator importante na ecologia da espécie, uma vez que a cor é um atrativo para os agentes dispersores, uma vez que a dispersão primária é autocórica e a secundária é zoocórica. A superfície é lisa e brilhosa, com consistência cartácea.

FIGURA 4.2 - COLORAÇÕES DAS SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.

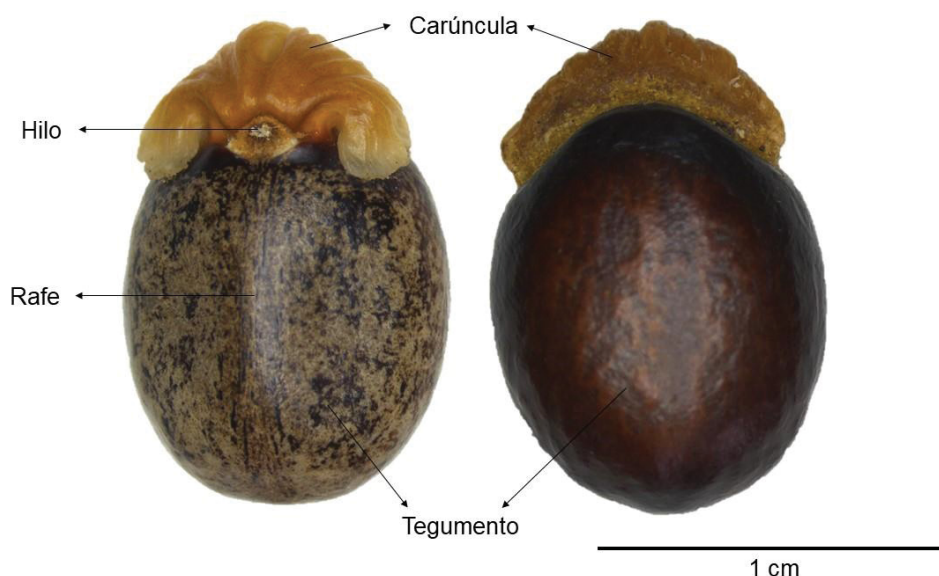


FONTE: Walter (2020).

As diferentes colorações influenciam na atração dos animais, uma vez que de acordo com a localização da árvore matriz a coloração mais escura, em ambientes mais abertos irá chamar atenção dos dispersores e/ou predadores do que uma coloração mais clara em meio a vegetação. As diferenças, entre espécies do mesmo gênero, são vistas, principalmente, na coloração das sementes, sendo que *J. curcas* apresenta coloração marrom-escura e uniforme, em comparação com a colocação malhada da *J. mollissima*. Diferenças na coloração e tamanho, são vistas também nas sementes de *J. elliptica* (AÑEZ et al., 2005; PIMENTA et al., 2014).

Quanto a sua forma, caracterizou-se como ovalada, estenospérmica, ou seja, com pouca variação na forma, apresenta rafe linear, que vai do hilo até a base da semente, com presença de carúncula, com coloração bege. O hilo tem forma oval, com superfície elevada, localizado na interseção da carúncula com o tegumento, na posição apical (FIGURA 4.3), a micrópila está localizada abaixo da carúncula.

FIGURA 4.3 - MORFOLOGIA EXTERNA DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.



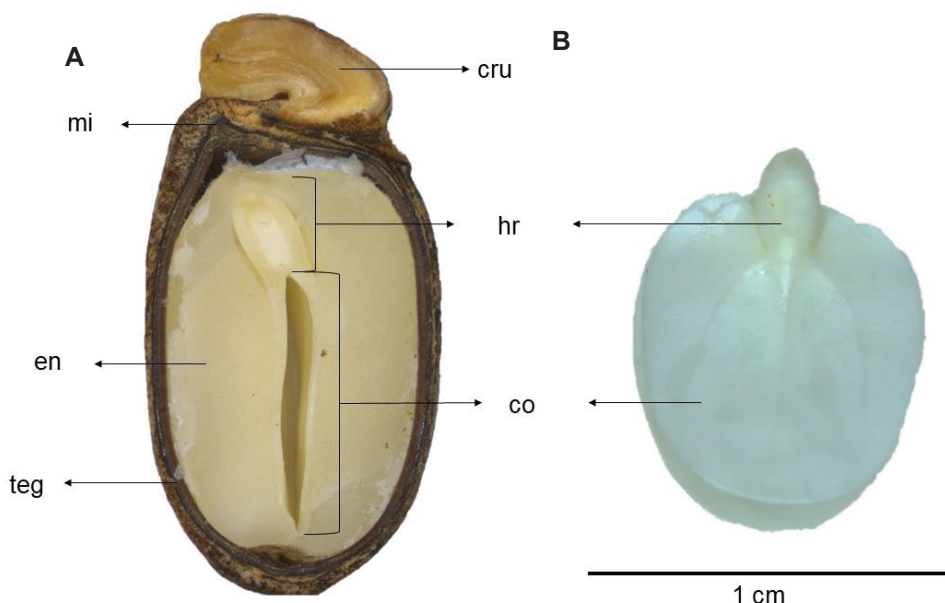
FONTE: Walter (2020).

Loureiro et al. (2013), observaram que semente de *J. mollissima*, apresentam o mesmo padrão morfológico encontrado nas sementes de *J. curcas*, possivelmente por pertencerem ao mesmo gênero. Neves e Viana (2008) avaliando a dispersão e predação das sementes indicou que a *J. mollissima* atraiu 13 espécies de formigas e a *J. mutabilis* e *J. ribifolia* apenas 3 espécies de formigas. A carúncula é uma excrescência carnosa do tegumento, é um tipo de arilo (BRASIL-MAPA, 2009), que

tem como função a atração de agentes dispersores e/ou predadores. Por este motivo, formigas podem ser atraídas com maior facilidade pelas sementes de *J. mollissima*, por apresentarem carúncula maior em relação às outras duas espécies estudadas por Neves e Viana (2008).

Observa-se na morfologia interna das sementes de *J. mollissima*, a presença de endosperma contínuo, oleaginoso, com coloração branco amarelado, espesso e encaixado ao embrião (cotilédones + eixo hipocótilo radícula) (FIGURA 4.4a). Os cotilédones apresentam consistência foliácea, com nervuras visíveis, formato arredondado, coloração branco amarelada, assim como o endosperma, e a radícula se mostram com as margens escondidas. O embrião é espatulado, foliáceo, axial e ereto, o eixo hipocótilo-radícula tem formato cilíndrico curto (FIGURA 4.4b).

FIGURA 4.4 - ESTRUTURAS INTERNAS (A) E EMBRIÃO (B) DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. NO CORTE LONGITUDINAL RADIAL



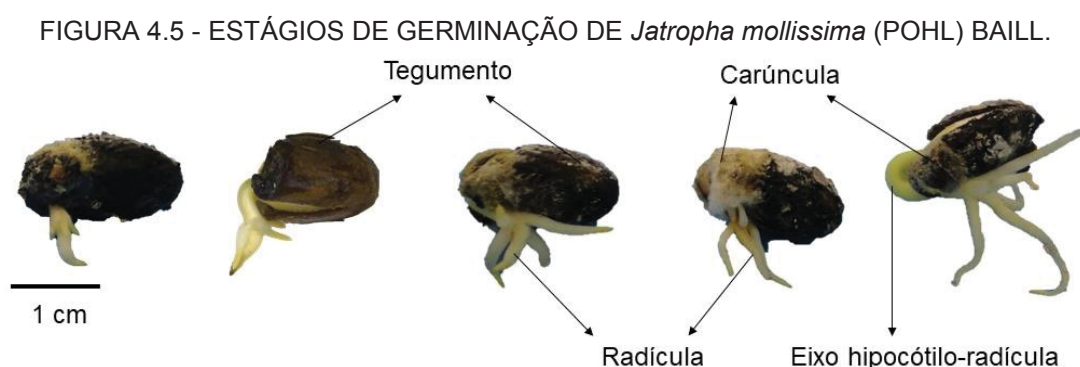
FONTE: Walter (2020).

LEGENDA: Cru - carúncula; mi - micrópila; hr - eixo hipocótilo-radícula; en - endosperma; co -cotilédones; teg - tegumento.

Segundo Barroso et al. (1999) e Zegarra (2015) é característica da família Euphorbiaceae apresentar endosperma abundante e rico em reservas oleaginosas. O endosperma da espécie em estudo é semelhante as demais do gênero *Jatropha*, com coloração esbranquiçada, envolvendo completamente o embrião, axial e espatulado, como observado em sementes de *J. elliptica*, *J. curcas*, *J. macrocarpa* e *Sebastiania*

commersoniana (AÑEZ et al., 2005; COSMO et al., 2010; LOUREIRO et al., 2013; PIMENTA et al., 2014; TAVECCHIO et al., 2018; VASCONCELOS et al., 2014).

A germinação das sementes ocorre a partir do quinto dia após a semeadura e, observa-se a emissão de uma raiz principal e de três a quatro secundárias. (FIGURA 4.5). A radícula é emitida através da região da micrópila, localizada abaixo da carúncula, por isso vê-se a radícula atravessar a carúncula.



FONTE: Walter (2020).

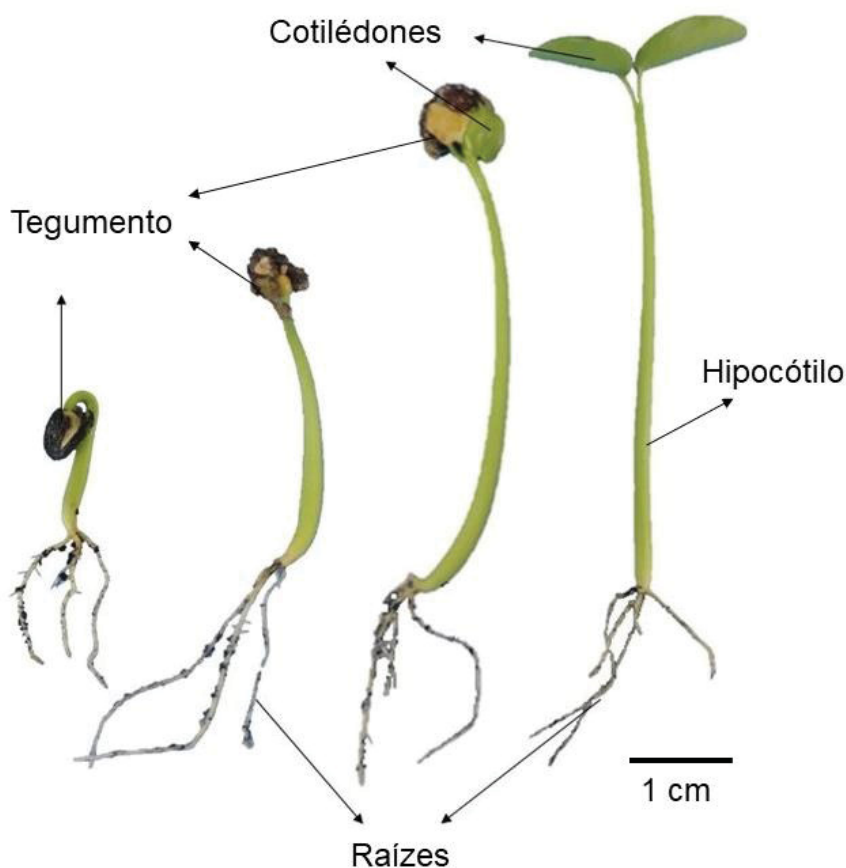
J. mollissima segue o mesmo padrão visto em outras espécies da família Euphorbiaceae, como observado por Añez et al. (2005), Cosmo et al. (2010), Pimenta et al. (2014), Vasconcelos et al. (2014), Lima et al. (2015), Virgens et al. (2017), Tavecchio et al. (2018) e Souza e Cavalcante (2019).

O sistema radicial das plântulas do gênero *Jatropha* são descritos como raiz axial principal e secundárias (ALVES et al., 2008; LYRA et al., 2012; SILVA et al., 2016), porém, não foi observado este comportamento para a *Jatropha mollissima*, uma vez que vê-se a emissão de raízes principal e secundária anteriormente ao crescimento do hipocótilo. Porém, no estágio de plântula, as raízes não aparentam visualmente uma diferenciação entre raiz principal e secundárias. Para a confirmação desta informação, seria indicado realizar análises anatômicas para avaliar a diferenciação dos tecidos na região do crescimento radicial.

A germinação é do tipo epígea, fanerocotiledonar, ocorrendo o crescimento do hipocótilo o que faz com que os cotilédones sejam elevados acima do substrato e se soltem do tegumento, expandindo-se completamente (FIGURA 4.6). Em algumas sementes foi observado que os cotilédones não se desprendem do tegumento, porém não foram consideradas como plântulas anormais visto que ocorreu normalmente a emissão das primeiras folhas verdadeiras. Observou-se também que as raízes

formadas são superficiais nos estágios iniciais, indicando a preferência da espécie no crescimento aéreo, em detrimento do crescimento radicial, que permanece com raízes superficiais. Este comportamento pode ser explicado devido à região em que a espécie está inserida, uma vez que os solos da Caatinga são arenosos e com isso a infiltração de água ocorre de forma rápida fazendo com que as plantas tenham o máximo aproveitamento hídrico.

FIGURA 4.6 - DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.



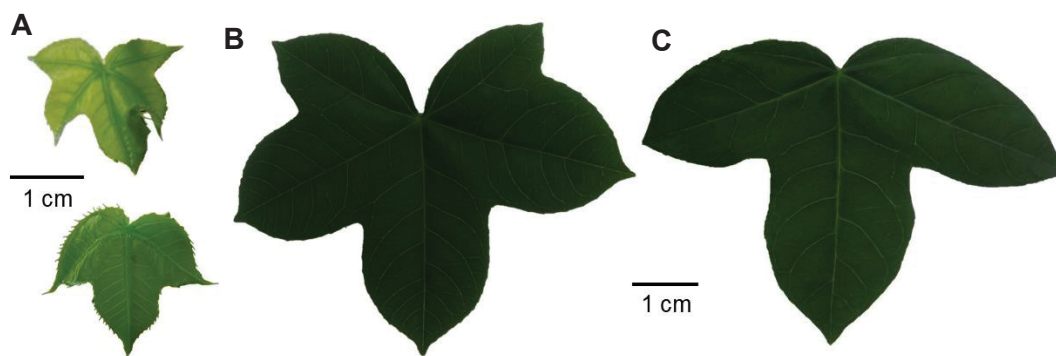
FONTE: Walter (2020).

Este comportamento radicular pode ser classificado como ramificado, onde não é possível definir uma raiz principal. Porém, vale salientar que as condições do sítio em que a espécie está inserida e características genéticas são fatores que têm grande influência no comportamento radicial (GOLÇALVES; MELLO, 2000).

Observou-se que a folha apresenta características diferentes quando jovem e madura. Inicialmente ocorre a emissão de uma folha simples, palmatilobadas, com 5 lobos (FIGURA 4.Aa), ápice acuminado ou atenuado e base sagitada. As folhas maduras apresentam de 3 a 5 lobos, porém, algumas folhas permanecem com 5 lobos

(FIGURA 4.7B) e outra com apenas 3 (FIGURA 4.7C). Segundo Abdulrahman et al. (2014) é uma característica do gênero *Jatropha* apresentar folhas palmatilobadas, com três a sete lobos.

FIGURA 4.7 - ILUSTRAÇÃO DA QUANTIDADE DE LOBOS EM FOLHAS JOVENS (A) E MADURAS (B, C) DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.



FONTE: Walter (2020).

Sátiro e Roque (2008) e Leal e Agra (2005) descreveram a quantidade de lobos das folhas, indicando que as folhas apresentam 5 lobos, e que esta é uma das diferenças entre as demais espécies do gênero *Jatropha*, avaliando plantas adultas. As diferenças na quantidade de lobos das folhas podem ser explicadas devido a idade da planta como também as diferenças climáticas, visto que mesmo mantendo as mudas em ambiente a 25 °C constantes, em campo as plantas passam por diversas variações climáticas, que podem afetar características morfológicas da espécie.

Nas folhas maduras, observou-se ápice atenuado ou acuminado, assim como nas folhas jovens. A margem é serrada, tanto na folha jovem quanto madura, com tricomas simples nas pontas (FIGURA 4.8).

Estas diferenciações no formato do ápice foliar e na quantidade de lobos pode ser caracterizada como plasticidade fenotípica, visto que podem ser observados diferentes comportamentos, tanto em um mesmo indivíduo como em indivíduos diferentes. A plasticidade fenotípica é a capacidade de uma espécie, em função das condições ambientais, de apresentar diferenças em suas características morfológicas ou fisiológicas (TUCIĆ et al., 2018; FENOLLOSA; MUNNÉ-BOCH, 2019; LAITINEN; NIKOLOSKI, 2019).

FIGURA 4.8 - ÁPICES E MARGEM ENCONTRADOS NAS FOLHAS DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.



FONTE: Walter (2020).

Segundo Vasconcelos et al. (2014), as folhas do pinhão-bravo apresentam ápice cuspidado, avaliando plantas com dois anos de idade, Sátiro e Roque (2008) afirmam que o ápice foliar é agudo, já Leal e Agra (2005) indicam o ápice como glandular-acuminado e base aguda, porém, na presente pesquisa observou-se formas diferentes nos estágios de folha jovem e folha madura da espécie, diferindo dos resultados dos autores supracitados.

A escassez de pesquisas relacionadas as descrições da espécie em estágios iniciais é uma das dificuldades encontradas na pesquisa. Visto que a espécie, como observado nos trabalhos de Sátiro e Roque (2008) e Vasconcelos et al. (2014), foi analisada em estágio adulto.

4.4 CONCLUSÃO

Jatropha mollissima apresenta peso de mil sementes igual a 332 g, 3.008 sementes por quilo, umidade de 6,7 %, 1,29 cm de comprimento, 0,84 cm de largura e 0,66 de espessura.

A espécie apresenta características morfológicas específicas da família Euphorbiaceae e do gênero *Jatropha*, com plasticidade fenotípica da população onde foram coletadas as sementes.

4.5 REFERÊNCIAS

- ABDULRAHAMAN, A. A.; KOLAWOLE, O. S.; MUSTAPHA, O. T.; OLADELE, F. A. Palynological and Carpological Features in Four *Jatropha* Species (Euphorbiaceae) as Taxonomic Characters. **Nigerian Society for Experimental Biology**, v. 14, n. 1, p. 38–42, 2014.
- ALVES, J. M. A.; SILVA, A. A. S. E S.; LOPES, G. N.; SMIDERLE, OSXAR, J.; UCHÔA, SANDRA, C. P. Pinhão-Manso: Uma Alternativa para Produção de Biodiesel na Agricultura Familiar da Amazônia Brasileira. **Agro@mbiente On-line2**, v. 2, n. 1, p. 57–68, 2008.
- AÑEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; DOMBROSKI, J. L. D. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 563–568, 2005.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e Sementes: Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999.
- BRASIL-MAPA. **Glossário ilustrado de morfologia**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- BRASIL. **Regra para Análises de Sementes de Espécies Florestais**. Brasília, 2009.
- COSMO, N. L.; NOGUEIRA, A. C.; LIMA, J. G. DE L.; KUNIYOSHI, Y. S. Morfologia de fruto, semente e plântula de *Sebastiania commersoniana*, Euphorbiaceae. **Revista Floresta**, v. 40, n. 2, p. 419–428, 2010.
- FENOLLOSA, E.; MUNNÉ-BOSCH, S. Physiological plasticity of plants facing climate change. **Annual Plant Reviews online**, v. 2, p. 1–29, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119312994.apr0686>.
- GOMES, J. A. D. S.; FÉLIX-SILVA, J.; MORAIS FERNANDES, J.; et al. Aqueous Leaf Extract of *Jatropha mollissima* (Pohl) Bail Decreases Local Effects Induced by Bothropic Venom. **BioMed Research International**, v. 2016, n. Article ID 6101742, p. 13, 2016.
- GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia Vegetal: Organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. 2 ed. ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011.
- GONÇALVES, J. L. DE M.; MELLO, S. L. DE M. O sistema radicular das árvores. In: J. L. de M. Gonçalves; V. Benedetti (Orgs.); **Nutrição e fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF. p.427, 2000.
- LAITINEN, R. A. E.; NIKOLOSKE, Z. Genetic basis of plasticity in plants. **Journal of Experimental Botany**, v. 70, n. 3, p. 739–745, 2019.
- LEAL, C. K. A.; AGRA, M. D. F. Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae).

Acta Farmaceutica Bonaerense, v. 24, n. 1, p. 5–13, 2005.

LIMA, B. . **Caatinga: espécies lenhosas e herbáceas**. Mossoró: EdUfersa, 2012.

LIMA, J. O.; RIOS, J. B.; TREVISAN, M. T. S.; GALLÃO, M. I. Morphological characterization of fruits and seeds of *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Magnoliopsida: Euphorbiaceae). **Brazilian Journal of Biological Sciences**, v. 2, n. 4, p. 263–269, 2015.

LOUREIRO, M. B.; TELES, C. A. S.; COLARES, C. C. A.; et al. Caracterização morfoanatômica e fisiológica de sementes e plântulas de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1093–1101, 2013.

LYRA, D. H.; ALMEIDA, ; BRASILEIRO, ; SANT'ANA, ;; AMARAL, ; Parâmetros genéticos de frutos, sementes e plântulas de *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 14, n. 4, p. 579–585, 2012.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2 ed. ed. Fortaleza: PrintColor Gráfica e Editora Ltda, 2012.

NEVES, E. L. DAS; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 1, p. 155–166, 2010.

NEVES, E. L. DAS; MACHADO, I. C.; VIANA, B. F. Sistemas de polinização e de reprodução de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 4, p. 553–563, 2011.

NEVES, E. L. DAS; VIANA, B. F. Dispersão e predação de sementes de três espécies de *Jatropha* L., (Euphorbiaceae) da caatinga, semi-árido do Brasil. **Cambotá - Revista Virtual**, v. 4, n. 2, p. 146–157, 2008.

PIMENTA, A. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; LAVIOLA, B. G. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Jatropha curcas*. **Floresta**, v. 44, n. 1, p. 73–80, 2014.

QUEIROZ, M. F. DE; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; et al. Crescimento e fenologia de espécies de *Jatropha* durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 405–411, 2013.

SANTOS, M. J.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) em caatinga, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 361–373, 2005.

SÁTIRO, L. N.; ROQUE, N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 99–118, 2008.

SILVA, C. E. L.; MINGUZZI, S.; SILVA, R. C. L.; et al. Chemical composition and cytotoxic activity of the root essential oil from *Jatropha ribifolia* (Pohl) baill (Euphorbiaceae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 26, n. 2, p. 233–238, 2015.

SILVA, F. J. DA; HISATUGO, E. Y.; SOUZA, J. P. DE. Efeito da luz na germinação e desenvolvimento de plântulas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) de distintas procedências. **Hoehnea**, v. 43, n. 2, p. 195–202, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-80/2015>>.

SILVA, M. F. DA. **Orientação para análise e classificação de frutos, sementes, germinação e plântulas**. Manaus, 1999.

SOUZA, D. D. DE; CAVALCANTE, N. B. Biometria de frutos e sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 115, 2019.

SOUZA, V. C.; FLORES, T. B.; LORENZI, H. **Introdução à Botânica: morfologia**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2013.

TAVECCHIO, N. E. DE LAS M.; VIGLIOCCO, A. E.; TARENTI, O. A.; et al. *Jatropha curcas* L. and *J. macrocarpa* Griseb: Seed morphology, viability, dormancy, germination and growth of seedlings. **American Journal of Plant Sciences**, v. 9, p. 1835–1854, 2018.

TUCIĆ, B.; BUDEČEVIĆ, S.; MANITAŠEVIĆ JOVANOVIĆ, S.; VULETA, A.; KLINGENBERG, C. P. Phenotypic plasticity in response to environmental heterogeneity contributes to fluctuating asymmetry in plants: first empirical evidence. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 31, n. 2, p. 197–210, 2018.

VASCONCELOS, G. C. L.; FERNANDES, F. S.; AMADOR, A. M.; AMADOR, K. A. M.; ARRIEL, N. H. C. Caracterização morfológica de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 263–268, 2014.

VIRGENS, I. O.; DELMONDEZ DE CASTRO, R.; LOUREIRO, M. B.; GONZAGA FERNANDEZ, L. Cite as: Review: *Jatropha curcas* L.: morphophysiological and chemical aspects. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.3016>>.

ZEGARRA, R. Z. Las especies de la familia euphorbiaceae en la provincia de Tacna: estudio biosistemático. **Ciencia & Desarrollo**, , n. 19, p. 44–48, 2015.

5 CAPÍTULO 2 - ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA DO TESTE DE TETRAZÓLIO PARA SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.

RESUMO

Jatropha mollissima (Pohl) Baill. é uma espécie com ocorrência na Caatinga, Região semiárida do Nordeste brasileiro. Sabe-se que indivíduos da mesma espécie podem apresentar diferenças na viabilidade, por isso é necessária a definição de metodologias para avaliação do potencial fisiológico das sementes, principalmente para adequar um padrão de qualidade. A pesquisa teve como objetivo determinar o melhor tempo de pré-umedecimento e a concentração da solução de tetrazólio adequada para avaliação da viabilidade das sementes de *J. mollissima*. Foram testados três tempos de pré-umedecimento (12, 14 e 16 h) e duas concentrações da solução de tetrazólio (0,25 e 0,5%). Como comparativo, foi realizado um teste de germinação que contou com dois tratamentos: entre papel e vermiculita. Os valores obtidos nos três tempos de umedecimento e nas duas concentrações foram parecidos, com média de sementes viáveis de 21,3% para concentração 0,25% e 27,3% para concentração de 0,5%. Foi observado no teste de germinação que a porcentagem de germinação foi de 22,5% entre papel e 13,5% vermiculita. Para o teste do tetrazólio em sementes de *Jatropha mollissima* utiliza-se pré-umedecimento de 16 horas, entre papel a 25 °C e concentração de 0,25% de sal de tetrazólio.

Palavras-chave: Caatinga. Germinação. Pinhão-bravo. Viabilidade de sementes.

5.1 INTRODUÇÃO

Jatropha mollissima (Pohl) Baill. é uma arvoreta, dado o caráter arbustivo com ramificações (VASCONCELOS et al., 2014). Segundo diversas pesquisas, as espécies do gênero *Jatropha* possuem propriedades medicinais contidas no látex e no óleo das sementes (MAIA, 2012; GOMES, 2015) e ainda são fontes para a produção de biodiesel (LOUREIRO et al., 2013; QUEIROZ et al., 2013).

Dado sua importância social na região natural de ocorrência, estudos relativos à produção são imprescindíveis para o desenvolvimento de tecnologia relativas ao cultivo da espécie, tais como, a viabilidade das sementes para produção de mudas.

Análises da viabilidade de lotes de sementes, por meio de avaliações bioquímicas como o tetrazólio, são eficazes para caracterizar a qualidade fisiológica das sementes, dado a rapidez e precisão obtidas (BRASIL, 2009; DANTAS et al., 2015; MARCOS FILHO, 2015). Por ser uma avaliação visual, pode tornar-se subjetiva a determinação de sementes viáveis e inviáveis, visto que as sementes são avaliadas de acordo com sua coloração (FERREIRA; BORGHETTI, 2004) e por este motivo é importante que se tenham protocolos bem definidos e treinamento de analistas para este tipo de avaliação.

O princípio do teste de tetrazólio consiste em avaliar a viabilidade através de reações de redução que ocorrem entre os tecidos vivos das sementes quando imersas na solução de tetrazólio, formando um composto de coloração vermelha conhecido trifênil formazan (SANTOS et al., 2006; BRASIL, 2009; DEMINICIS et al., 2014). Esta reação é gerada pela respiração nas mitocôndrias, indicando a viabilidade das sementes de acordo com a intensidade da cor apresentada (BARROS; MARCOS FILHO, 1990; FRANÇA NETO et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2014), associado ao estágio de desenvolvimento do embrião (MERCADO; DELGADO, 2018). Porém, vários fatores podem interferir nesta avaliação, como por exemplo a idade, o estágio de deterioração, a concentração da solução de tetrazólio e também o tempo de exposição da semente à solução (AÑEZ et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2014; MERCADO; DELGADO, 2018). Para melhor definição do protocolo do teste de tetrazólio, é imprescindível que os resultados sejam comparados com teste padrão de germinação, para garantir que a confiabilidade dos resultados.

Nos últimos anos, estudos relativos a *J. mollissima* são relacionados à descrição morfológica ou biologia reprodutiva (NEVES et al., 2010, 2011; QUEIROZ

et al., 2013; VASCONCELOS et al., 2014; SOUZA; CAVALCANTE, 2019). Para análises de viabilidade, não são relatadas metodologias estabelecidas para a espécie em estudo, sendo necessário realizar adaptações de outras espécies para realizar este tipo de análise (PINTO et al., 2009). As metodologias mais difundidas na literatura, em relação ao teste de tetrazólio, são para espécies agrícolas, como a *Glycine max* (soja) (SANTOS et al., 2006; MERCADO; DELGADO, 2018), com protocolos bem estabelecidos (FRANÇA NETO et al., 1998; BRASIL, 2009).

Diante do exposto, objetivou-se determinar um melhor procedimento para o teste de tetrazólio para avaliar a viabilidade das sementes de *Jatropha mollissima*.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes da *J. mollissima* foram coletadas pela Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco, do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA/UNIVASF). Os frutos foram coletados em maio de 2018, no município de Floresta/PE, sob as coordenadas 08°36'04" S e 38°34'07" W a 316m de altitude, de 10 matrizes e enviados para o Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, Paraná, local de realização da pesquisa.

Inicialmente foi realizada a curva de embebição para definição do melhor tempo e método de pré-umedecimento. Para tanto, foram testadas a embebição direta em água (ED), que consistiu no acondicionamento das sementes em caixas gerbox® com 125 mililitros de água destilada, quantidade suficiente para que as sementes ficassem imersas, e a embebição entre papel (EP), em que as sementes foram acomodadas entre 2 folhas de papel germitest, em caixas do tipo gerbox®. As folhas de papel foram saturadas para o início da avaliação e a água foi mantida durante as avaliações. Cada tratamento contou com quatro repetições de 25 sementes que foram acondicionadas a 25 °C em germinador tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), por 28 horas.

A coleta dos dados, foi realizada a cada duas horas, quando as sementes eram secas superficialmente, para retirada do excesso de água, e pesadas em balança analítica (precisão 0,001g). Em paralelo foi mensurado o teor de água das sementes, através do método da estufa a 105 °C \pm 3°C por 24 horas (BRASIL, 2009).

Para determinação do teor de água absorvido durante o período de embebição, utilizou-se fórmula descrita por Acchile et al. (2017):

$$\% \text{ H}_2\text{O} = \left(\frac{\text{Pf} - \text{Pi}}{\text{Pi}} \right) \times 100$$

Em que:

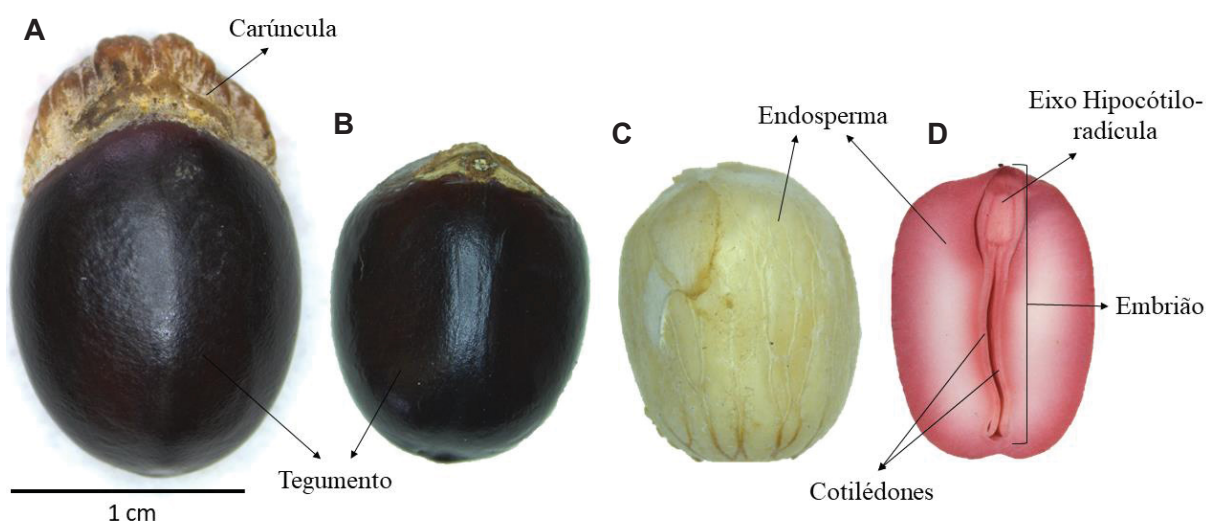
Pf = peso final das sementes, após os horários de avaliação;

Pi = peso inicial das sementes.

Baseado nos resultados, utilizou-se como tratamentos para pré-umedecimento, os tempos em que as sementes apresentavam entre 30 e 40 % de umidade, segundo indicação de Pinto et al. (2009). Para tanto, foram testados três tempos de pré-umedecimento: 12, 14 e 16 horas, em câmara do tipo BOD a 25°C, para permitir uma embebição lenta a fim de estimular o processo de germinação e preparar as sementes (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Foram avaliadas duas concentrações da solução de tetrazólio (0,25 e 0,5%), determinados a partir da experimentos realizados com espécies da mesma família (PINTO et al., 2009; BRASIL, 2009), sendo utilizadas quatro repetições de 25 sementes. A solução foi preparada a partir das indicações contidas na RAS (BRASIL, 2009) utilizando as soluções padrões.

Posteriormente, removeu-se a carúncula e o tegumento, mantendo integro o endosperma e o embrião. (FIGURA 5.1), os quais foram submersos nas soluções de tetrazólio, em embalagens cobertas por papel alumínio e acondicionadas por 4 h a 40 °C em germinador tipo BOD.

FIGURA 5.1 - PREPARO DAS SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. (A) COM TEGUMENTO E CARÚNCULA, (B) SEM CARÚNCULA E (C) SEM TEGUMENTO E (D) SEMENTES APÓS A COLORAÇÃO



FONTE: Walter (2020).

Passado o período de coloração, as sementes foram lavadas com água destilada para retirar o excesso da solução de tetrazólio e acondicionadas dentro de recipientes com água destilada, durante a avaliação. Para tal, as sementes foram cortadas no sentido longitudinal e avaliadas em lupa estereoscópica e classificadas visualmente em semente viáveis, inviáveis e deterioradas.

A determinação do melhor tempo de pré-umedecimento foi feita de acordo com a uniformidade da coloração dos tecidos e os resultados obtidos com o teste de germinação. A germinação contou com oito repetições de 25 sementes acondicionadas em caixas transparentes, tipo gerbox®, em diferentes substratos: entre papel (EP), sobre duas folhas de papel mata borrão, que foram saturadas com água destilada no momento da instalação e a água foi repostada quando observado que necessitava reposição.

As gerbox® foram mantidos em germinador tipo BOD a 25 °C, com iluminação constante, e diariamente mensurou-se as sementes germinadas, até a estabilização da germinação, 13 dias após a instalação. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentassem emissão de radícula ≥ 2 mm. Como variáveis, calculou-se a porcentagem (G), o tempo médio (TMG), seguindo a metodologia de Labouriau (1983), e índice de velocidade de germinação (IVG), de acordo com Maguire (1962).

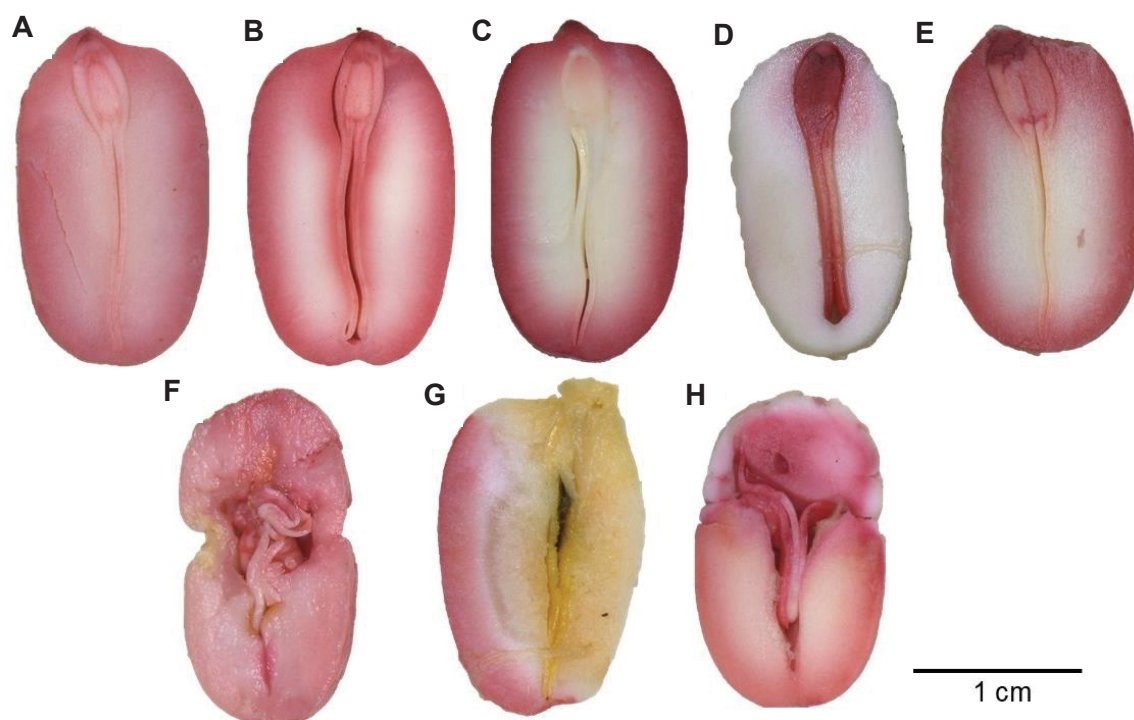
Os dados de germinação foram submetidos ao teste de homogeneidade de Bartlett e de normalidade de Shapiro-Wilk, garantida a homogeneidade e normalidade

dos dados. Estes foram submetidos à ANOVA e teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando do software Minitab 18.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram consideradas viáveis no teste de tetrazólio, sementes que apresentaram embrião com coloração rosa, sem indicação de vermelho escuro/vinho, e com maior parte do endosperma colorido (FIGURA 5.2A, B). Sementes inviáveis apresentaram embrião ou parte do eixo embrionário com coloração vermelho escuro/vinho (FIGURA 5.2D, E), pois este é um indicativo de que esta região está apresentando respiração excessiva, sugerindo que está próxima de se tornar inviável ou deteriorada; embrião com coloração branca (FIGURA 5.2C); endosperma com coloração branca em mais de 50% (FIGURA 5.2D), além das sementes com deformidades no embrião (FIGURA 2.2F, H) ou endosperma com coloração amarelada ou necrosada (FIGURA 5.2G).

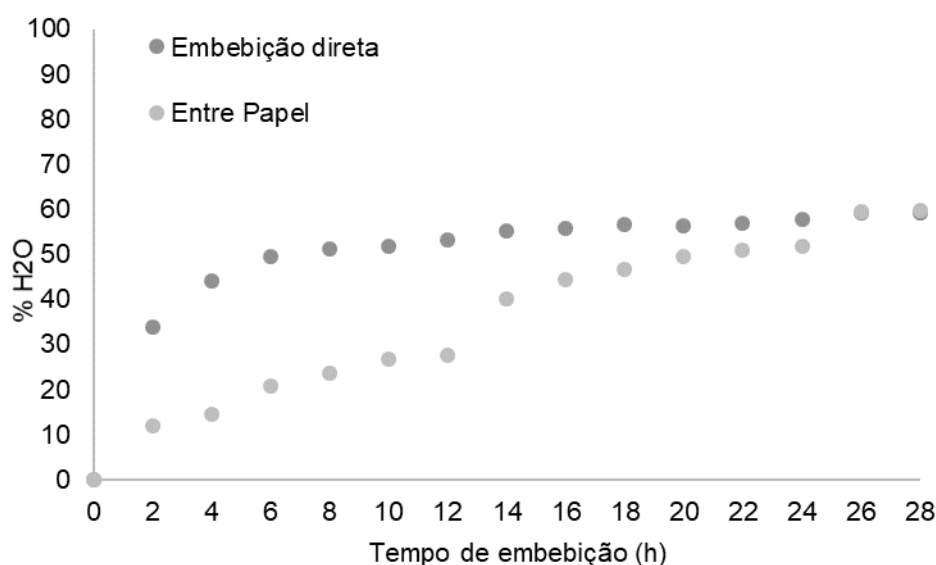
FIGURA 5.2 - CLASSIFICAÇÃO DAS SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. EM VIÁVEIS (A; B) e INVIÁVEIS (C; D; E; F; G; H) PELO TESTE DE TETRAZÓLIO



FONTE: Walter (2020).

De acordo com a FIGURA 5.3 é possível observar o comportamento da absorção de água pelas sementes de *J. mollissima*. Na embebição direta (ED) vê-se um período de 10h com rápida absorção de água, seguido da estabilização da absorção. Já na embebição entre papel (EP) a fase I da absorção se estende por 14h. Nos tempos 26 e 28h em embebição, os dois tratamentos apresentaram os mesmos valores de água absorvida (59 %).

FIGURA 5.3 - ABSORÇÃO DE ÁGUA EM SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL SUBMETIDAS A EMBEBIÇÃO DIRETA (ED) E EMBEBIÇÃO ENTRE PAPEL (EP) POR 28 HORAS



FONTE: Walter (2020).

Segundo Marcos Filho (2015), a embebição das sementes consiste em um padrão trifásico, onde na primeira fase todas as sementes (viáveis e inviáveis) absorvem água rapidamente, já a fase II é restrita as sementes vivas e é nesta fase em que ocorre redução na velocidade de absorção de água, e então ocorre o estabelecimento, devido a turgidez das células. Na fase III de absorção, as sementes vivas voltam a absorver água e em associação inicia-se o processo de crescimento do embrião, finalizando com a protusão radicular (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; MARCOS FILHO, 2015).

Foi possível observar dois picos, para avaliação da embebição das sementes, no tratamento EP, referidos como final da fase I, entre 10 e 12 horas, e final da fase II, entre 24 e 26 horas. Pimenta et al. (2014), avaliando sementes de *J. curcas*,

definiram que a fase II das sementes ocorreu entre 15 e 60 horas de embebição, tempo 2,5 vezes maior que o identificado para as sementes de *J. mollissima*.

Estas diferenças podem ter ocorrido devido as características morfológicas distintas entre as sementes das duas espécies, pelo tipo de embebição a que foram submetidas ou também pelas sementes de *J. mollissima* apresentarem características de sementes ocas ou não vivas, não participando das fases II e III da curva de embebição.

As sementes de *J. mollissima* submetidas ao tratamento EP apresentaram a estabilização na curva, referente a fase II, entre os horários de 14 e 24 horas de avaliação com porcentagem média de teor de água de 47,23 %. Segundo Pimenta et al. (2014) nesta fase observa-se a estabilização entre o potencial hídrico do substrato e da semente. Para o tratamento ED, no primeiro horário de avaliação as sementes já apresentavam 33 % de água em seu interior, enquanto EP estava com 11,9 %. Esta rápida absorção deve-se a maior disponibilidade água, em relação ao EP.

Os valores entre 30 e 40% de umidade foram observados, na ED, nos tempos entre 2 horas (33 %) e 4 horas (44 %) e na EP nos tempos entre 12 horas (27 %) e 16 horas (40 %). Diante desses resultados, foram utilizados os tempos 12, 14 e 16 h e embebição entre papel (EP), pois com a ED a absorção de água ocorreu de maneira rápida, podendo danificar os tecidos membranáceos e assim ser um fator influenciador nos resultados do teste de tetrazólio (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; PINTO et al., 2009).

A embebição das sementes é a forma que ocorre a reativação ou aumento do metabolismo e, conseqüentemente a atividade respiratória, para que ocorra a germinação das sementes (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007). Por isso, a embebição é a forma de induzir as sementes a este processo e assim analisar a sua viabilidade.

Em relação ao teor de água das sementes, foram encontrados valores iguais a 42,9 % para ED e 43,4 % para EP, 35 % superior a umidade inicial (7,59 %). Os valores obtidos nos três horários e nas duas concentrações para o teste de tetrazólio foram semelhantes, com média de sementes viáveis iguais a 21,3 % e 27,3 %; inviáveis de em torno de 80 % (TABELA 5.1). A porcentagem de sementes deterioradas vai de encontro com o comportamento observado na curva de embebição, uma vez que foi visto que a curva apresentou padrões constantes durante o período de embebição avaliado. Sementes mortas ou inviáveis participam do

processo de embebição apenas na primeira fase e, após esse período somente sementes vivas mantêm o turgor para ativação do metabolismo e consequentemente emissão radicular.

A solução mais concentrada foi mais responsiva na avaliação, contudo, haja vista a similaridade, recomenda-se utilizar a concentração de 0,25 %, tendo em vista a economia de produto.

Tabela 5.1 - VIABILIDADE DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A DUAS CONCENTRAÇÕES E TEMPO DE EXPOSIÇÃO EM TETRAZÓLIO

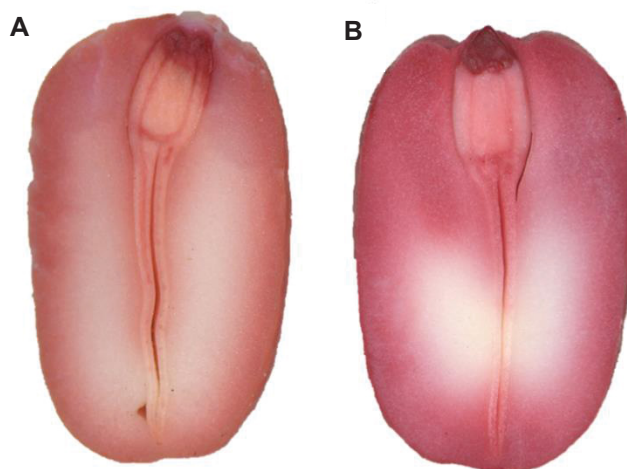
	12h		14h		16h	
	0,25 %	0,5 %	0,25 %	0,5 %	0,25 %	0,5 %
Viáveis (%)	21	29	20	25	25	28
Inviáveis (%)	79	71	80	75	75	72

FONTE: Walter (2020).

Os tratamentos submetidos a 0,5% de concentração da solução de tetrazólio, mesmo com as sementes apresentando maior porcentagem de sementes viáveis, não apresentaram uniformidade na coloração. Esta desuniformidade torna-se um influenciador nos resultados, devido à concentração da solução e o tempo de exposição, dificultando a interpretação e diferenciação dos tecidos vivos, deteriorados ou mortos (inviáveis) (AÑEZ et al., 2005).

Na figura 5.4 é possível observar a diferença na intensidade de coloração na concentração 0,25 % (Figura 5.4A), onde observa-se coloração uniforme em toda a sementes, em comparação com a concentração 0,5% (Figura 5.4B) que mostra coloração mais intensa, que pode ter ocorrido devido a concentração mais elevada de tetrazólio ou pela semente estar com metabolismo e consequentemente a respiração mais elevada. Por este motivo, é preciso adequar a concentração de tetrazólio a ser utilizada para que este tipo de dúvida não ocorra.

Figura 5.4 - COLORAÇÃO DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. A 0,25 % (A) E 0,5 % (B) DE CONCENTRAÇÃO DE TETRAZÓLIO



FONTE: Walter (2020).

Avaliando sementes de *J. elliptica*, Añez et al. (2005) definiram que utilizando a concentração de 1 % de solução, é possível obter bons resultados com apenas 60 minutos de coloração, quando a concentração é reduzida para 0,1 % indicam que as sementes fiquem pelo menos 180 minutos na solução, nas temperaturas de 30, 35 e 40 °C. Pinto et al. (2009) definiram como melhor método para sementes de *J. curcas* a embebição entre papel até atingir 30 % de água e concentração de 0,5 % de solução. Estes resultados descritos na literatura demonstram a diferença entre os métodos de avaliação para diferentes espécies, mostrando que é preciso avaliar caso a caso para determinar a melhor metodologia para a espécie em análise.

Quando o tempo de pré-umedecimento foi associado com a concentração da solução de tetrazólio, definiu-se que o mais adequado para sementes de *J. mollissima* foi o tempo de 16 horas de pré-umedecimento e concentração de 0,25 % da solução de tetrazólio. Este conjunto apresentou coloração uniforme das sementes avaliadas, permitindo melhor interpretação visual das características apresentadas. De acordo com Mercado e Delgado (2018), a diferenciação na intensidade da coloração dos tecidos, a partir da redução do sal tetrazólio em trifetil formazan é possível identificar a viabilidade das sementes, visto que tecidos com maior intensidade de respiração apresentaram coloração vermelha mais intensa ou carmim, devido aos danos nas membranas e liberação de íons H^+ reagindo ativamente com o sal de tetrazólio (FERREIRA; BORGHETTI, 2004), e tecidos com intensidade respiratória mais baixa, são indicados por colorações rosadas ou vermelho claro.

Os resultados observados na análise de tetrazólio, foram compatíveis ao teste de germinação, observou-se um percentual médio de 22,5 % para a germinação entre papel. Em relação ao IVG e TMG, obteve-se valores de 1,60 e 7,20 dias para os tratamentos papel (TABELA 5.2).

Tabela 5.2 - VALORES ENCONTRADOS PARA PORCENTAGEM (G), ÍNDICE DE VELOCIDADE (IVG) E TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG) DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.

Substrato	G	IVG	TMG
Entre Papel (EP)	22,5 a	1,60 a	7,20 a

FONTE: Walter (2020).

LEGENDA: Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para a germinação entre papel assemelham-se aos valores encontrados na viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio em que, para o tratamento com melhor combinação de pré-umedecimento (16 horas) e concentração de tetrazólio de 0,25 %, a porcentagem de sementes viáveis foi igual a 23 %.

Outro ponto positivo em relação aos resultados obtidos no teste de tetrazólio em relação ao teste de germinação é referente a rapidez para as avaliações (CORTE et al., 2010). Com o teste de tetrazólio para *J. mollissima*, pois foi possível obter resultados com apenas 24 horas e com o teste de germinação esse tempo aumenta para no mínimo 10 dias para a obtenção de resultados consistentes.

5.4 CONCLUSÃO

O melhor procedimento para realização do teste do tetrazólio em sementes de *Jatropha mollissima* é utilizar pré-umedecimento de 16 horas a 25 °C, com tetrazólio na concentração de 0,25 %.

5.5 REFERÊNCIAS

ACCHILE, S.; COSTA, R. N.; SILVA, L. K. S.; et al. Biometria de frutos e sementes e determinação da curva de absorção de água de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Scientific Electronic Archives**, v. 10, n. 5, p. 26–34, 2017.

AÑEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; DOMBROSKI, J. L. D. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 563–568, 2005.

BELTRÃO, N. E. DE M.; OLIVEIRA, M. I. P. DE. Biossíntese e degradação de lipídios, carboidratos e proteínas em oleaginosas. **EMBRAPA, Documentos 178**, p. 1–62, 2007.

BARROS, A. S. DO R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida da viabilidade de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 10, p. 1447–1459, 1990.

BRASIL. **Regra para Análises de Sementes de Espécies Florestais**. Brasília, 2009.

CORTE, V. B.; BORGES, E. E. DE L. E; PEREIRA, B. L. C. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de *Melanoxylon brauna* Schot. **CERNE**, v. 16, n. 3, p. 415–421, 2010.

DANTAS, B. F.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C. Teste de tetrazólio para avaliar viabilidade e vigor de sementes de espécies florestais da Caatinga. **Informativo ABRATES**, v. 25, n. 1, p. 60–64, 2015.

DEMINICIS, B. B.; RODRIGUES, P. D. R.; FARIA, B. P.; et al. Tetrazolium Test to Evaluate *Stizolobium aterrimum* Seeds Quality. **American Journal of Plant Sciences**, v. 05, n. 01, p. 148–152, 2014.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, 2004.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. . C.; COSTA, N. P. O teste de tetrazólio em sementes de soja. **EMBRAPA-CNPq**, v. Documentos, p. 72, 1998.

GOMES, J. A. D. S. **Inibição dos efeitos locais induzidos pelas peçonhas das serpentes *Bothrops erythromelas* e *Bothrops jararaca* pelo extrato aquoso das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Bail**, 2015. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

LABOURIAU, L. . **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983.

LOUREIRO, M. B.; TELES, C. A. S.; COLARES, C. C. A.; et al. Caracterização morfoanatômica e fisiológica de sementes e plântulas de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1093–1101, 2013.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176–177, 1962.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2 ed. ed. Fortaleza: PrintColor Gráfica e Editora Ltda, 2012.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2015.

MERCADO, S. A. S.; DELGADO, E. A. B. Viabilidade de sementes de *Glycine max* (L.) Utilizando la prueba de tetrazolio. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 89–98, 2018.

NEVES, E. L. DAS; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 1, p. 155–166, 2010.

NEVES, E. L. DAS; MACHADO, I. C.; VIANA, B. F. Sistemas de polinização e de reprodução de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 4, p. 553–563, 2011.

OLIVEIRA, L. M.; CALDEIRA, C. M.; ABREU, L. A. DE S.; LEAL, M. L. M. DE; SILVA, C. D. DA. An alternative procedure for evaluating the quality of castor seeds by the tetrazolium test. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 35, p. 2664–2668, 2014.

PIMENTA, A. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; LAVIOLA, B. G.; PANOBIANCO, M. Curva De Absorção De Água Em Sementes De Canola. **Comunicata Scien**, v. 5, n. 3, p. 295–301, 2014.

PINTO, T. L. F.; FILHO, J. M.; FORTI, V. A.; DE CARVALHO, C.; GOMES JUNIOR, F. G. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelos testes de tetrazólio e de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 195–201, 2009.

QUEIROZ, M. F. DE; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; et al. Crescimento e fenologia de espécies de *Jatropha* durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 405–411, 2013.

SANTOS, S. R. G. DOS; PAULA, R. C. DE; FOGAÇA, C. A.; MÔRO, F. V.; COSTA, R. S. Viabilidade de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilha) – Euphorbiaceae – pelo teste de tetrazólio. **Científica**, v. 34, n. 1, p. 39–45, 2006.

SOUZA, D. D. DE; CAVALCANTE, N. B. Biometria de frutos e sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 115, 2019.

VASCONCELOS, G. C. L.; FERNANDES, F. S.; AMADOR, A. M.; AMADOR, K. A. M.; ARRIEL, N. H. C. Caracterização morfológica de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 263–268, 2014.

6 CAPÍTULO 3 - GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* SOB CONDIÇÕES CONTROLADAS

RESUMO

Jatropha mollissima (Pohl) Baill. é uma espécie endêmica da Caatinga arbórea-arbustiva, com utilização para ornamentação, cerca viva e para fins medicinais. A pesquisa objetivou determinar a melhor combinação entre substrato e temperatura para a germinação de sementes de *Jatropha mollissima*. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, correspondendo a quatro substratos (vermiculita média, entre papel, areia e rolo de papel) e 4 temperaturas (25, 30, 35 e 40 °C), utilizando cinco repetições de 25 sementes cada. O experimento foi conduzido em câmara de germinação do tipo mangelsdorf com iluminação constante. Foi calculado a porcentagem (G), tempo médio (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG). As sementes não germinaram quando os testes foram conduzidos a 40 °C, assim como o substrato rolo de papel não apresentou resultados satisfatórios para germinação da espécie. As temperaturas de 30 e 35 °C apresentaram valores para G, TMG e IVG melhores, no substrato vermiculita. A melhor combinação para germinação controlada da *J. mollissima* é a utilização da vermiculita média como substrato nas temperaturas de 30 ou 35 °C.

Palavras-chave: Caatinga. Pinhão-bravo. Substrato. Temperatura. Viabilidade.

6.1 INTRODUÇÃO

Jatropha mollissima (Pohl) Baill. (EUPHORBIACEAE) ou pinhão-bravo, é endêmica da caatinga arbóreo-arbustiva, com ocorrência do Ceará até Minas Gerais e amplamente difundida na região semiárida do Nordeste Brasileiro (MMA-IBAMA, 2010; GOMES et al., 2016). É bastante utilizada pela população devido as propriedades medicinais e o óleo contido nas sementes têm potencial para produção de biodiesel, assim como *Jatropha curcas* L. (pinhão-manso), além da utilização para ornamentação e cerca viva (NEVES et al., 2011; LIMA, 2012; MAIA, 2012; SOUZA; CAVALCANTE, 2019).

Devido à grande diversidade de biomas encontrados no Brasil, as espécies apresentam adaptações para temperatura ótima de germinação de acordo com seu ambiente, além disto, o grupo sucessional em que está inserida também influencia na melhor temperatura para germinação da espécie (BRANCALION et al., 2010). Segundo os autores, a temperatura ótima é uma adaptação fisiológica, que afeta as reações bioquímicas (OLIVEIRA et al., 2014) e consequentemente irá influenciar a germinação, combinada com a disponibilidade hídrica necessária para as sementes.

A germinação de sementes caracteriza-se pela retomada do crescimento do embrião, com intensificação do metabolismo, após a embebição da semente, quando submetida a condições ambientais favoráveis (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; SILVA et al., 2019). Tais condições, envolvem disponibilidade hídrica, temperatura, incidência luminosa e oxigênio (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A água é imprescindível para a reidratação dos tecidos e aumento das taxas metabólicas, já a temperatura influencia na germinação com a aceleração dos processos metabólicos, afetando na velocidade e uniformidade da germinação das sementes (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; GUEDES; ALVES, 2011; GUEDES et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014; GONÇALVES et al., 2015).

As Regras para Análises de Sementes (RAS) e a Instruções para Análises de Sementes de Espécies Florestais são manuais para laboratórios de análises de sementes, com metodologias para verificação da qualidade de lotes de sementes, contendo as principais espécies cultivadas dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (BRASIL, 2009; BRASIL, 2013). No entanto um número restrito de espécies nativas, frente a

diversidade da vegetação brasileira, está contemplada nestes manuais (BRANCALION et al., 2010).

Na RAS (BRASIL, 2009) indica-se a utilização de papel, areia ou solo para os testes de germinação em laboratório. Porém, outro material comumente utilizado é a vermiculita, visto que é um material inerte, assim como os supracitados, com granulometria e composição química padronizada (SILVA et al., 2018; MARTINS et al., 2011). A umidade dos referidos substratos para germinação são indicadas neste manual, porém cada espécie apresenta especificidades em relação à sua germinação. Segundo Guedes et al. (2010) é importante verificar as respostas das espécies ao umedecimento dos substratos, uma vez que poderá ser um indicativo da melhor área a inserir a espécie.

A partir destas informações, faz-se necessário o conhecimento do comportamento germinativo da espécie em diferentes tipos de substratos e temperaturas, principalmente pelo fato de que cada material utilizado com substrato apresenta características diferentes de retenção de água e superfície de contato com as sementes (MARTINS et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2016).

Com isto, a presente pesquisa teve como objetivo determinar a melhor combinação entre substrato e temperatura para a germinação de sementes de *Jatropha mollissima* em câmara de germinação.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes da *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. foram cedidas pela Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco, do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA/UNIVASF). Os frutos foram coletados em 10 matrizes, no município de Floresta/PE, com coordenadas 08°36'04" S e 38°34'07" W a 316m de altitude, em maio de 2018.

Previamente à instalação do experimento, foi calculada a capacidade de retenção de água (CRA) dos substratos. Para tal, no substrato areia pesou-se duas repetições de 100 g, que foram acondicionadas em funis com papel filtro e, adicionou-se 300 mL de água e após 30 minutos, quantificou-se o volume de água drenado, determinando-se a CRA. O mesmo procedimento foi realizado com o substrato vermiculita, onde pesou-se duas repetições de 15 g.

Ao final da avaliação definiu-se que seriam utilizados 65 mL de água para os 260 g de areia, em cada gerbox, e 70 mL para o substrato vermiculita, contendo 30 g do substrato em cada gerbox, o que representa 60% da CRA, conforme a indicação da RAS (BRASIL, 2009) para as espécies de leguminosas. Para os tratamentos à base de papel, utilizou-se 100 % da CRA, através da saturação em água destilada. Durante a condução do experimento, adicionou-se água destilada, a fim de manter os substratos saturados.

As sementes foram alocadas em germinadores do tipo mangelsdorf, regulados nas temperaturas pré-determinadas. Os germinadores foram mantidos em ambiente com temperatura de 20 °C e luz constante.

Foram consideradas germinadas as sementes com protusão radicular $\geq 2\text{mm}$. O final do experimento foi determinado quando as sementes não apresentavam germinação por três dias consecutivos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, utilizando quatro substratos (entre papel, rolo de papel, areia e vermiculita média) e quatro temperaturas (25, 30, 35 e 40 °C) com cinco repetições de 25 sementes (unidade amostral).

Como variáveis respostas foi contabilizada a porcentagem (G), índice de velocidade (IVG) (MAGUIRE, 1962), tempo médio de germinação (TMG) (LABOURIAU, 1983) e a frequência relativa (LIMA; MEIADO, 2017). Os dados da G e IVG foram transformados por $\sqrt{\%G}$ e $\frac{IVG^{0,5}}{0,5}$, respectivamente para as análises estatísticas.

Após este procedimento, foi verificada a homogeneidade e normalidade dos dados para então serem submetidos a análise de variância (ANOVA), utilizando o software R (R CORE TEAM, 2019), seguindo pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos resultados obtidos para a germinação de sementes de *J. mollissima* observou-se a influência da temperatura na germinação das sementes, bem como a interação significativa dos substratos com as temperaturas para todas as variáveis calculadas (TABELA 6.1).

Tabela 6.1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (G), ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) E TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG) DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio (QM)		
		G	IVG	TMG
Temperatura ¹	2	74,9 **	23,19 **	20,74 **
Substrato	3	116,6 **	22,75 **	44,13 **
Temperatura x Substrato	6	5,07 *	1,52 **	9,57 *
Resíduos	48	1,92	0,47	4,01
Coeficiente de Variação (%)		28,8	31,63	40,65

FONTE: Walter (2020).

LEGENDA: ¹ Os dados do tratamento a 40 °C foram desconsiderados, por não apresentarem germinação, e recolocados na tabela final da análise.

* Significativo ao nível de $p < 0,01$.

** Significativo ao nível de $0,01 \leq p < 0,05$.

A interação significativa entre substrato e temperatura foi observada também por Andrade et al., (2006) e Oliveira et al. (2016), quando avaliaram a germinação de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr All. ex Benth. (jacarandá-da-bahia) e *Simiria gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto (pereiro vermelho), respectivamente.

Para a porcentagem de germinação (G), observou-se o aumento dos valores, ao elevar a temperatura a 30 e 35 °C, em todos os substratos utilizados (TABELA 6.2). As maiores médias foram vistas nos tratamentos utilizando vermiculita média como substrato, essa elevação expressa o máximo potencial de germinação da espécie nas condições disponíveis. Martins et al. (2011), também identificaram elevação na porcentagem de germinação ao utilizar vermiculita como substrato.

Tabela 6.2 - PORCENTAGEM (G), ÍNDICE DE VELOCIDADE (IVG) E TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG) DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS E SUBSTRATOS

G (%)				
Temperatura	Substrato			
	Vermiculita	Entre Papel	Areia	Rolo de Papel
25	31,20 bA	4,80 bB	7,20 bB	0,80 bB
30	85,60 aA	36,00 aB	67,20 aA	4,00 abC
35	86,40 aA	20,00 aC	47,20 aB	11,20 aC
40	0	0	0	0
IVG				
25	0,97 bA	0,16 bA	0,24 bA	0,02 aA
30	4,7 aA	2,00 aB	3,14 aB	0,16 aC
35	5,25 aA	1,17 abC	2,77 aB	0,82 aC
40	0	0	0	0
TMG (dias)				
25	8,32 aA	6,00 aA	8,12 aA	1,40 aB
30	4,88 bA	4,82 aA	6,10 abA	3,80 aA
35	4,24 bA	4,63 aA	4,66 bA	2,16 aA
40	0	0	0	0

FONTE: Walter (2020).

LEGENDA: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas correspondem à coluna e letras maiúsculas correspondem à linha.

Tal comportamento pode ser explicado devido a capacidade de retenção de água do substrato utilizado (MARTINS et al., 2011), no caso da vermiculita, que elevou a G das sementes de *J. mollissima*. Deve ser levado em consideração, que o material mais utilizado para análise de germinação em laboratório é o papel germitest®.

O tratamento entre papel, em todas as temperaturas, apresentou baixa germinação, em comparação aos tratamentos vermiculita média e areia. Possivelmente devido a capacidade de retenção de água dos substratos vermiculita (70 mL) e areia (65 mL) que foram superiores aos do papel. Sendo assim, uma maior capacidade de retenção implica em maior disponibilidade de água ou umidade para as sementes.

Outra possibilidade para a redução de germinação nos testes conduzidos com papel, seria a maior ocorrência de fungos, observada durante o período experimental. Guedes e Alves (2011) também observaram maior ocorrência de microrganismos nos tratamentos com papel, avaliando germinação de *C. glaziovii*. Rego et al. (2009), verificou a ocorrência de fungos nas sementes de *Blepharocalyx salicifolius* na

temperatura de 30 °C, em substratos areia, vermiculita e papel. Segundo os autores, esta temperatura acelerou o processo de deterioração, fazendo com que ocorresse a lixiviação do conteúdo celular e assim cria um ambiente propício para o aparecimento de fungos.

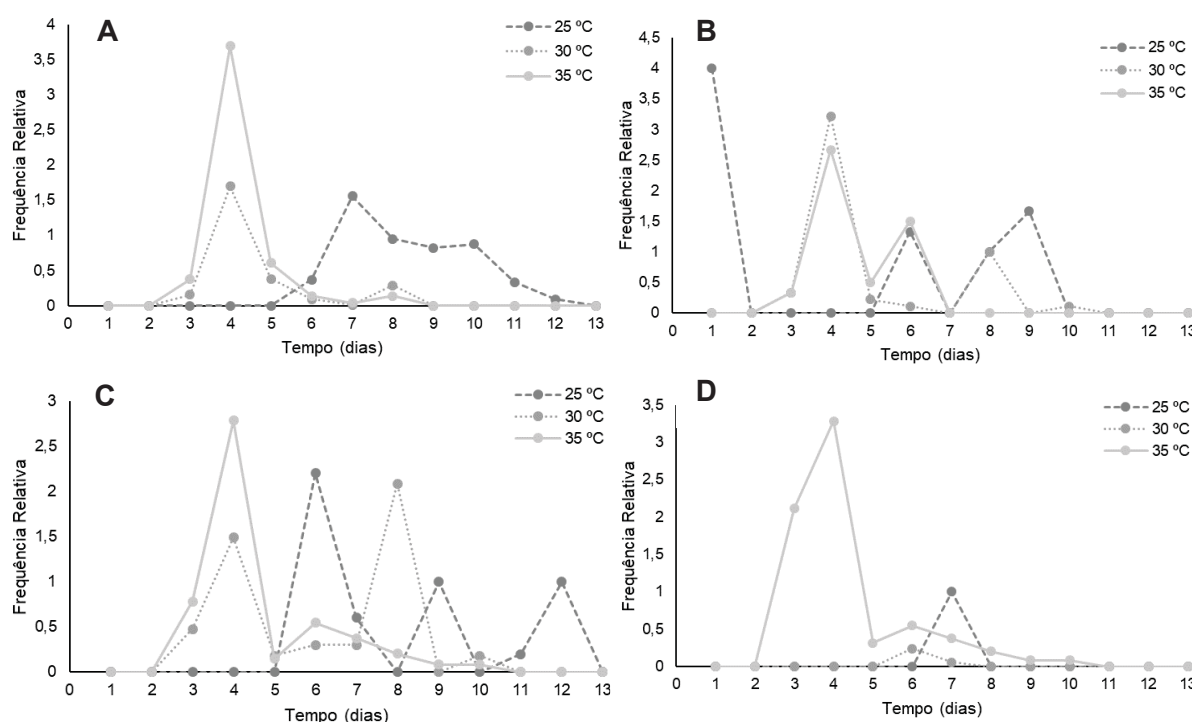
O tratamento com maior IVG foi visto na combinação do substrato vermiculita média com temperatura de 35 °C (5,25), seguido pelo tratamento Vermiculita a 30 °C (4,7), que não diferiram entre si. As demais interações entre substrato e temperatura mostraram que a vermiculita média como substrato apresenta maior eficiência.

Na temperatura a 25 °C foram observadas os menores IVG, em todos os substratos utilizados, com valores próximos a zero. Este comportamento percebido na temperatura mais amena é um indício da adaptação da espécie ao seu local de ocorrência, uma vez que está inserida em uma região onde as médias de temperatura estão próximas a 30 °C, durante todo o ano.

O TMG avalia o tempo médio para obter a germinação máxima, com isso, deve-se obter o menor valor para que o TMG seja satisfatório (TABELA 6.2). Os tratamentos utilizando vermiculita média e entre papel a 30 e 35 °C não apresentaram diferenças significativas, com os melhores resultados apresentando valores entre 4 e 5 dias. Para identificar o comportamento germinativo das sementes de *J. mollissima*, avaliou-se a frequência relativa da germinação (FIGURA 6.1). De acordo com este comportamento, foi possível observar que houve uma maior homogeneidade na germinação em todos os substratos, nos tratamentos submetidos a temperatura de 35 °C. O substrato vermiculita apresentou maior homogeneidade na germinação a 30 e 35 °C, corroborando com os resultados obtidos através da germinação, onde obteve-se maior germinação. Estes tratamentos tiveram a germinação concentrada entre o terceiro e quinto dia de avaliação (FIGURA 6.1A).

De acordo com Mello e Barbedo (2007), a temperatura exerce influência na velocidade e porcentagem de germinação, o que explicaria os melhores resultados nas temperaturas de 30 e 35 °C, no substrato vermiculita. Já Oliveira et al. (2014), indicam em sua pesquisa que a temperatura de 35 °C influenciou negativamente a germinação de *Sideroxylon obtusifolium* Roem. & Schult. (quixabeira). Porém, as espécies avaliadas a temperatura de 30 °C foi a que apresentou maior germinação. Assim como visto na presente pesquisa, temperaturas elevadas, condizente com a Caatinga.

FIGURA 6.1 - FREQUENCIA RELATIVADA GERMINAÇÃO SE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. NOS SUBSTRATOS VERMICULITA (A), ENTRE PAPEL (B), AREIA (C) E ROLO DE PAPEL (D) EM DIFERENTES TEMPERATURAS



FONTE: Walter (2020).

Nos demais substratos, observou-se que houve variação na germinação dependendo da temperatura utilizada. No substrato areia (FIGURA 6.1C), as temperaturas 25 e 30 °C apresentaram vários picos de germinação no decorrer do período experimental, com a germinação mais heterogênea entre os tratamentos utilizados. Sendo assim, indica-se que com o aumento da temperatura a germinação passa a ser mais homogênea, ou seja, concentrada em poucos dias.

As espécies se comportam de diferentes formas em relação à temperatura ótima de germinação, mesmo estando inseridas na mesma região. Avaliando *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto (pereiro vermelho), verificou-se que temperaturas de 30 °C não foram eficientes para a espécie (OLIVEIRA et al., 2016), a *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (barriguda) teve melhor desempenho na germinação e formação de plântulas a 25 °C (GUEDES; ALVES, 2011), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (baraúna), *S. obtusifolium* (quixabeira) e *Amburana Cearenses* (Allemão) A.C.Sm. (umburana de cheiro) têm seu melhor desempenho na germinação a 30 °C (OLIVEIRA, et al., 2014), assim como a espécie em estudo.

Os tratamentos submetidos a temperatura de 40 °C não apresentaram germinação durante o período experimental. Tal comportamento pode ter ocorrido devido a elevada temperatura imposta, que faz com que o metabolismo da semente acelere demasiadamente provocando a desnaturação de proteínas e consequentemente a deterioração das sementes (OLIVEIRA et al., 2014). Mesmo com temperaturas elevadas ocorrendo na caatinga, as sementes, por apresentarem em sua maioria tegumentos espessos, conseguem manter as estruturas internas inalteradas até que tenham condições favoráveis a germinação.

Temperaturas demasiadamente elevadas podem também, segundo Scandalios (2005), formar EROs (espécies reativas de oxigênio), uma possível causa para que não tenha ocorrido germinação.

Segundo Santos e Aguiar (2005) sementes de espécies nativas brasileiras, apresenta germinação satisfatória na faixa de temperaturas entre 20 e 30 °C e também quando ocorre variação entre estas temperaturas, porém não existe uma padronização, devido aos diferentes comportamentos das espécies (ANDRADE et al., 2006; GUEDES et al., 2010). Já Brancalion et al. (2010) indica que espécies arbóreas brasileiras apresentam maior germinação em temperaturas de 25 °C e/ou 30 °C, porém os autores comentam ainda sobre a variação de acordo com o bioma da espécie, e que está relacionado com a disponibilidade hídrica.

Outro tratamento que não se mostrou efetivo para a germinação de sementes de *J. mollissima* foi a utilização de rolo de papel como substrato. Este tratamento teve os menores valores para a G, em todas as temperaturas avaliadas, com valor máximo de 11 % de germinação, menor IVG com média de 0,25. O TMG apresentou resultados menores em relação aos demais tratamentos, porém viu-se que durante todo o período experimental a menor germinação, concluindo que estes valores não correspondem com o potencial germinativo do lote.

O substrato utilizado para germinação de sementes, deve promover condições estruturais de aeração, capacidade de retenção de água, ausência de patógenos (SILVA et al. 2008), e deve permanecer com umidade uniforme durante o processo germinativo para que seja eficiente (MELLO; BARBEDO, 2007; GUEDES et al., 2010).

O substrato rolo de papel, não apresentou tais características, uma vez que os rolos de papel permaneceram dentro de sacos plásticos, que foram mantidos dentro dos germinadores, fazendo com que fosse criado um microclima dentro das

embalagens. Estas condições podem ter elevado as temperaturas e, associados a elevada umidade acelerou a degradação as sementes, assim como no tratamento a 40°C, além de uma possível falta de oxigenação devido ao ambiente fechado propiciando condições favorável ao aparecimento de fungos (MELLO; BARBEDO, 2007; GUEDES; ALVES, 2011).

6.4 CONCLUSÃO

A melhor combinação entre substrato e temperatura para germinação de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. é o substrato vermiculita média e temperatura de 30 ou 35 °C.

6.5 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. C. S. DE; PEREIRA, T. S.; FERNANDES, M. DE J.; CRUZ, A. P. M.; CARVALHO, A. S. DA R. Substrato , temperatura de germinação e desenvolvimento pós-seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 517–523, 2006.
- BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. DA L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 15–21, 2010.
- BRASIL. **Regra para Análises de Sementes de Espécies Florestais**. Brasília, 2009.
- BRASIL. **Instrução para Análises de Sementes**. Brasília, 2013.
- CARVALHO, N. M. DE; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, 2004.
- GOMES, J. P.; OLIVEIRA, L. M. DE; FERREIRA, PAULA I.; BATISTA, F. Substrato e temperatura para teste de germinação em sementes de *Myrtaceae*. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 285–293, 2016.
- GONÇALVES, E. P.; FRANÇA, P. R. C. DE; VIANA, J. S.; et al. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. **Ciencia Florestal**, v. 25, n. 3, p. 563–569, 2015.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). **CERNE**, v. 17, n. 4, p.

525–531, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; et al. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (All.) A.C. Smith. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 116–122, 2010.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; et al. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse Hídrico e diferentes Temperaturas. **Ciencia Florestal**, v. 23, n. 1, p. 45–53, 2013.

LABOURIAU, L. . **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983.

LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Escarificação Química como Método Eficiente para Superação da Dormência de Sementes de *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC. (Fabaceae). **Gaia Scientia**, v. 11, n. 4, p. 9–18, 2017.

LIMA, B. . **Caatinga: espécies lenhosas e herbáceas**. Mossoró: EdUfersa, 2012.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176–177, 1962.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2 ed. ed. Fortaleza: PrintColor Gráfica e Editora Ltda, 2012.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; CALDAS, I. G. R.; VIEIRA, I. G. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 421–427, 2011.

MELLO, J. I. DE O.; BARBEDO, C. J. Temperatura , luz e substrato para germinação de sementes pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam ., Leguminosae – Caesalpinioideae). **Revista Arvore**, v. 31, n. 4, p. 645–655, 2007.

MMA-IBAMA. Monitoramento do bioma Caatinga: 2002 a 2008. , p. 58, 2010.

Disponível em:

<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/caatinga/relatrio_tcnico_caatinga_72.pdf>.

NEVES, E. L. DAS; MACHADO, I. C.; VIANA, B. F. Sistemas de polinização e de reprodução de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 4, p. 553–563, 2011.

OLIVEIRA, F. N. DE; FRANÇA, F. D. DE; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O. DE. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). **Revista Ciencia Agronomica**, v. 47, n. 4, p. 658–666, 2016.

OLIVEIRA, G. M.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C.; et al. Germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Caatinga em diferentes temperaturas. **Scientia Plena**, v. 10, n. 4, p. 1–6, 2014.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. , 2019.

Viena: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. .

REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, Á. F. DOS S. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperatura, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 212–220, 2009.

SANTOS, S. R. G. DOS; AGUIAR, I. B. DE. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs separadas pela coloração do tegumento. **Scientia Florestalis**, v. 69, p. 77–83, 2005.

SCANDALIOS, J. G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, n. 7, p. 995–1014, 2005.

SILVA, H. P. DA; NEVES, J. M. G.; BRANDÃO JUNIOR, D. DA S.; COSTA, C. A. DA. Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-mansão. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 178–184, 2008.

SILVA, D. V. S. DA; CRUZ, C. B. M. Tipologias de Caatinga: Uma Revisão em Apoio a Mapeamentos Através de Sensoriamento Remoto Orbital e GEOBIA. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 35, p. 113–120, 2018.

SILVA, E. C. A. DA; COSTA, J. R. DA S.; COSTA, P. C. F. DA; et al. Salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu. **Ciência Agrícola**, v. 17, n. 1, p. 63–69, 2019.

SOUZA, D. D. DE; CAVALCANTE, N. B. Biometria de frutos e sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 115, 2019.

7 CAPÍTULO 4 - ATIVIDADE BIOQUÍMICA E ENZIMÁTICA EM SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A ESTRESSES ABIÓTICOS

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar o comportamento germinativo e composição e atividade bioquímica e enzimática de sementes de *Jatropha mollissima*, submetida a diferentes concentrações salinas e deficit hídrico. Foram realizados dois experimento, utilizando oito concentrações de NaCl (0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 e 1,4 mM), simulando o estresse salino e oito concentrações de PEG 6.000 (0,0; - 0,2; - 0,4; - 0,6; - 0,8; - 1,0; - 1,2 e - 1,4 MPa), para simular o estresse hídrico. Para cada tratamento, utilizaram-se cinco repetições de 30 sementes, que foram acondicionadas em caixas acrílicas do tipo gerbox®, entre folhas de papel germitest® e mantidas em BOD a 25 °C e iluminação constante. Avaliou-se a porcentagem (G), índice de velocidade (IVG) tempo médio de germinação (TMG). Após a emissão da radícula, foi coletado material para a quantificação de amido solúvel, α -amilase, carboidrato totais, proteína solúvel total, sacarose, aminoácido totais, prolina livre, peroxidação lipídica e peróxido de hidrogênio. As sementes de *J. mollissima* reduziram a G em concentrações salinas acima de 8 mM de NaCl, houve aumento no TMG nos tratamentos 2 e 14 mM de NaCl e o IVG apresentou os melhores resultados nas concentrações entre 4 e 8 mM de NaCl. Potenciais osmóticos menores que - 0,2 MPa inibem a germinação da espécie e concentrações salinas entre 6 e 8 mM de NaCl intensificam a germinação *J. mollissima*. A produção dos solutos orgânicos minimizou o impacto da ação do NaCl.

Palavras-chave: Ajustamento Osmótico. Compostos de Reserva. Euphorbiaceae. NaCl, PEG 6.000.

7.1 INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil está inserido na região semiárida, caracterizada pela baixa pluviosidade, elevadas temperaturas e evapotranspiração (ALVES et al., 2017; SILVA; CRUZ, 2018). Espécies oleaginosas produzidas no Nordeste, podem propiciar recuperação de solos afetados pela salinidade (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010; VILLALOBOS; CASTELLANOS, 1992; ZEGARRA, 2015), bem como pela ação antrópica (LARCHER, 2006).

Estas características desfavoráveis ao crescimento das plantas, fazem com que as espécies inseridas nesta região apresentem modificações morfológicas, fisiológicas e até genéticas para se adaptar a condições de deficit hídrico, alta temperatura e salinidade do solo (SOUZA et al., 2015).

Em resposta à diferentes níveis de sais no solo e deficit hídrico, ocorre o ajustamento osmótico, por meio da produção de solutos orgânicos como carboidratos, proteínas e aminoácidos nas células (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2015; YADAV et al., 2019). Externamente, os principais indícios de estresse são a paralisação da taxa de crescimento, inibição de novas folhas, folhas com menor área foliar e abscisão foliar, aumento da biomassa radicial, desbalanço nutricional (PARIHAR et al., 2015; TAIZ et al., 2017).

A produção de solutos orgânicos e inorgânicos e o seu acúmulo, é uma das respostas das plantas como forma de tolerar o estresse, visto que a grande maioria desses solutos estão ligados aos processos metabólicos (LIU et al., 2019; PARIHAR et al., 2015; SILVA; DANTAS, 2016; YADAV et al., 2019). Segundo Yadav et al. (2019), estudos indicam que ocorre o acúmulo de proteínas no interior das células, como forma de adaptação à estresses extremos.

Diante disso, se faz necessário o conhecimento do comportamento das espécies, nos estágios iniciais de germinação e desenvolvimento, em condições de estresse para que assim possam ser elaborados programas eficientes para áreas degradadas, facilitando desta forma o estabelecimento das plantas sob deficit hídrico e solos salinos (SANTOS et al., 2016), conhecendo os limites de cada espécie em diferentes condições impostas (GUEDES et al., 2013).

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar o comportamento germinativo, atividade e composição bioquímica e enzimática em sementes de *Jatropha mollissima*, submetida a diferentes concentrações salinas e deficit hídrico.

7.2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. foram cedidas pela Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco, do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA/UNIVASF). Os frutos foram coletados de 10 matrizes no município de Floresta/PE, com coordenadas 08°36'04" S e 38°34'07" W a 316 m de altitude, em maio de 2018.

O teste de germinação foi realizado no Laboratório de Fisiologia e Cultura de Tecidos, Departamento de Biologia, na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. A avaliação e determinação dos compostos bioquímicos e enzimáticos foram realizada no Laboratório de Fisiologia Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, na Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, localizada em Petrolina/PE.

Para a avaliação do comportamento germinativo das sementes sob estresses abióticos, foram realizados dois experimentos em paralelo: 1. Simulação do estresse salino na germinação e; 2. Simulação do déficit hídrico na germinação.

O primeiro experimento, referente a germinação das sementes sob rega com solução salina de cloreto de sódio (NaCl), teve delineamento experimental inteiramente casualizado com oito concentrações de NaCl (0; 2; 4; 6; 8; 10; 12 e 14 mM) e, para o experimento de germinação das sementes sob déficit hídrico, utilizou-se polietilenoglicol 6.000 (PEG), para induzir a deficiência hídrica no experimento. Para tanto, foram formuladas oito concentrações (0,0; - 0,2; - 0,4; - 0,6; - 0,8; - 1,0; - 1,2 e - 1,4 MPa), de acordo com as indicações feitas por Villela et al. (1991).

Em ambos os experimentos, cada tratamento contou com 5 repetições de 30 sementes, que foram acondicionadas em caixas do tipo gerbox®, entre folhas de papel filtro tipo germitest®. Inicialmente os papeis foram saturados em água, para o Controle e nas soluções de NaCl para os tratamentos salinos e PEG 6.000 para os tratamentos hídricos. As sementes foram mantidas em germinadores do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) a 25° C e luz constante. Durante a condução do experimento, para garantir a saturação do papel, foi adicionado água destilada, nos tratamentos Controle, e suas respectivas soluções nos demais tratamentos.

Como variáveis respostas para os dois experimentos, foram determinadas a porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG)

(MAGUIRE, 1962) e tempo médio de germinação (TMG) (LABOURIAU, 1983). O critério para quantificar a germinação foi a emissão radicular $\geq 2\text{mm}$.

Para as análises bioquímicas, utilizou-se o endosperma e embrião das sementes germinadas. Para tal, removeu-se o tegumento e a unidade amostral foi congelada até a análise em freezer - 20 °C. A determinação da peroxidação lipídica, utilizou-se a metodologia descrita por Heath; Packer (1968), por meio da maceração de 0,2 g de material vegetal com nitrogênio líquido e 2 mL de ácido tricloroacético (0,1 %) como solução tampão. Esta metodologia utiliza a solução de ácido tricloroacético 20 % (TCA) e ácido tiobarbitúrico 0,5 % (TBA), este último produz aldeídos de baixa densidade, como malonaldeído (MDA), a qual é um produto secundário do processo de peroxidação lipídica (MARTINS et al., 2018). A partir do mesmo extrato determinou-se o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), de acordo com Alexieva et al. (2001), com leitura em espectrofotômetro, no comprimento de onda 390 nm.

Para as análises de proteínas solúveis totais, prolina livre, aminoácidos solúveis totais e carboidratos pesou-se 1,0 g de material. Inicialmente foi realizada a maceração do material em nitrogênio líquido, adicionando 4 mL de tampão fosfato de potássio monobásico 100 mM, pH 7,0 contendo EDTA 0,1 mM. Em seguida, o material foi filtrado em tecido tipo musseline, e acondicionado em tubos plásticos do tipo eppendorff para centrifugação a 15.000 rpm por 10 minutos a 4°C. O sobrenadante foi coletado e armazenado em tubos eppendorff para posterior realização das análises.

A quantificação dos teores de aminoácidos solúveis totais, foi realizada pelo do método da ninhidrina, segundo metodologia de Yemm & Cocking (1955), utilizando-se glicina como padrão, e leituras realizadas na faixa de 570 nm. Para a determinação do teor de proteínas solúveis, utilizou-se o método de Bradford (1976), com a albumina sérica bovina (BSA) como padrão a 595 nm. O teor de prolina livre, foi determinado a partir do método da ninhidrina ácida (BATES et al., 1973) com curva padrão a partir de L-prolina e leituras realizadas no comprimento de onda de 520 nm. Os carboidratos totais foram determinados de acordo com Dubois et al. (1956), pelo método do fenol-ácido sulfúrico, como padrão utilizou-se a D(+) glucose e leitura feita em espectrofotômetro no comprimento de onda a 490 nm.

A determinação da atividade da α -amilase e quantificação de amido solúvel foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Neves & Moraes (2005), a partir da maceração, em nitrogênio líquido, de 0,1g do material vegetal, com 4 mL de tampão acetato de potássio 50 mM (pH 7,0). A determinação da atividade da α -

amilase, foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm. Para a quantificação de amido solúvel, foi macerado, em nitrogênio líquido, 0,05 g do material e adicionado 4 mL de H₂SO₄ a 0,2 N, sendo realizada a leitura foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm.

A determinação de sacarose foi feita a partir da metodologia de Van Handel (1968), pelo método de separação das fases por solvente para obtenção do extrato bruto total. Para tanto, macerou-se 0,05 g de material vegetal em nitrogênio líquido e para a leitura, utilizou-se comprimento de onda a 620 nm, para leitura em espectrofotômetro.

Os dados de germinação foram submetidos aos testes de homogeneidade de Bartlett e de normalidade de Shapiro-Wilk, em seguida foram submetidos a análise de variância (ANOVA). O teste de germinação sob salinidade foi submetido ao teste de Scott Knott e os dados das sementes submetidas ao deficit hídrico foram submetidos ao teste de Tukey, ambos a 5 % de probabilidade.

Os dados obtidos a partir das análises bioquímicas foram submetidos a estatística descritiva e posterior análise de correlação. Os dados foram submetidos à homogeneidade de normalidade, em seguida submetidos a análise de variância (ANOVA) e posterior teste de Tukey a 5 % de probabilidade. As análises estatísticas deste capítulo foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2019).

7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos resultados obtidos para germinação de sementes de *J. mollissima*, foi possível observar que o aumento da concentração de sal influenciou positivamente na germinação das sementes. O teste de Scott Knott indicou a formação de dois grupos de germinação como observado na tabela 7.1.

Tabela 7.1 - PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (G), TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG) E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl)

NaCl (mM)	G (%)	TMG (dias) ¹	IVG
0	24,4 b	7,93 b	1,56 b
2	26,8 b	10,17 a	1,38 b
4	34,8 a	8,79 b	2,01 a
6	38,0 a	8,45 b	2,26 a
8	36,0 a	8,11 b	2,22 a
10	20,4 b	8,09 b	1,29 b
12	28,0 b	8,53 b	1,67 b
14	23,6 b	10,37 a	1,25 b

FONTE: Walter (2020).

LEGENDA: Letras minúsculas na coluna indicam a significância para concentrações em cada variável. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

¹ Dados transformados por $\ln(\text{TMG})$

As concentrações 4, 6 e 8 mM de NaCl apresentaram médias superiores, em relação ao tratamento Controle (0 mM). O resultado denota a adaptação da espécie para favorecer a germinação nas condições encontradas no seu ambiente natural. Com o acréscimo da concentração de NaCl no substrato, a germinação reduziu até o tratamento salinos de 10 a 14 mM.

Os resultados, indicam certa resistência ao estresse salino, o que possibilita sua germinação em solos levemente salinos. Este resultado é esperado para espécies da caatinga, conforme observado em outras espécies como *Capparis flexuosa* L. (PACHECO et al., 2012), *Erithryna velutina* Willd. (SILVA et al., 2019), *Poncianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (SANTOS et al., 2016).

Segundo Allison et al. (1954), salinidade entre 2 e 4 dS.m⁻¹, são solos levemente salinos, Ferreira et al (2016) indica que solos com salinidade acima de 4 dS.m⁻¹, aproximadamente 40 mM de NaCl, são caracterizados como solos salinos (SHRIVASTAVA; KUMAR, 2015) e afetam negativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas. Estes valores citados, são acima das condutividades elétricas utilizadas neste estudo, onde a condutividade elétrica variou entre 0,22 (2 mM) e 1,44 dS.m⁻¹ (14 mM).

Sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (angico), foram afetadas negativamente ao aumentar os níveis de sais, e consequentemente o

potencial osmótico mais negativo (SANTOS et al., 2016). Sementes de *Erythrina velutina* Willd. (mulungu) reduziram a germinação a partir de 50 mM de CaCl_2 (SILVA et al., 2019). Para sementes de *J. curcas* não houve diferenças na germinação em salinidade de até 100 mM de NaCl, porém apresentaram aumento gradativo no TMG ao aumentar a concentração salina (ARAÚJO et al., 2017).

Em relação à variável TMG, observou-se que os tratamentos salinos apresentaram em média 8 dias para germinar. De maneira geral, a espécie leva de 5 a 15 dia para germinar, porém, nos tratamentos salinos, a germinação foi observada com comportamento mais homogêneo e concentrado em poucos dias (entre 4 e 7 dias), em relação ao tratamento Controle.

Com essa redução do TMG, observa-se que o IVG apresentou valores superiores nos tratamentos 4, 6 e 8 mM de NaCl, e com o incremento da concentração salina o IVG reduziu. Segundo Silva et al. (2019) e Araújo et al. (2017) essa redução pode ser explicada devido ao potencial osmótico mais negativo afetar de forma desfavorável a disponibilidade de água para as sementes.

Observou-se que a peroxidase e carboidrato não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (TABELA 7.2). Estes resultados podem estar associados ao estado não estressado das sementes nos baixos níveis de NaCl impostos. A salinidade não foi suficiente para que ocorresse a síntese de EROs, e segundo Flores et al. (2014) a peroxidase é uma das rotas para combater a produção de EROs, como um eficiente desintoxicante nas células afetadas.

Tabela 7.2 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS DE AMIDO, PROLINA, PEROXIDASE (H₂O₂), PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA, CARBOIDRATO, AMINOÁCIDOS E SACAROSE DAS SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl)

	Quadrado Médio (QM)		
	Tratamento	Resíduos	C.V (%)
Graus de Liberdade	7	32	-
Amido	669,26 **	246,61	38,32
Alfa-amilase	0,005 *	0,001	0,64
Prolina	30,63 *	8,06	33,72
H ₂ O ₂	2,66	3,12	59,44
Peroxidação Lipídica	1,12 *	0,11	18,82
Carboidrato	94,25	54,23	27,39
Proteína	6964,6 *	879,7	6,76
Aminoácidos	38012 *	9990	56,52
Sacarose	10,32 *	0,66	47,31

FONTE: Walter (2020).

LEGENDA: C.V: Coeficiente de variação

* Significativo ao nível de $p < 0,01$.

** Significativo ao nível de $0,01 \leq p < 0,05$.

Em relação aos compostos bioquímicos e enzimáticos, observa-se na tabela 7.3, a estatística descritiva dos resultados obtidos para as variáveis em estudo. Observa-se variação expressiva nos valores de amido solúvel, variando entre 1,64 e 73,92 μg de amido g de sementes⁻¹. Esta variação pode ser explicada devido à formação de amido para reserva, que será degradado aumentando a transformação em açúcares, para consumo no processo respiratório e, conseqüentemente na germinação das sementes.

Outro composto com grande variação foi observado nos aminoácidos, com valores entre 36,07 e 525,16 mmol.g^{-1} . Já a α -amilase foi o composto que apresentou a menor variação em todos os níveis de sais, com variação igual a 0,18 entre o valor máximo e mínimo.

Outra variável com grande diferença entre seus valores foi a prolina livre, que é a representação da resposta da planta ao estresse. Segundo Bhaskara et al. (2015), em plantas estressadas a prolina eleva os níveis no interior das células, porém os autores indicam ainda que não deve-se usar os teores de prolina para fazer projeções das espécies em relação à tolerância a seca. Devem ser feitos mais estudos em

relação as atividades da prolina no interior das plantas, bem como de outras vias metabólicas e de sinalização (SCANDALIOS, 2005).

Tabela 7.3 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA, PEROXIDASE, AMIDO SOLÚVEL, α -AMILASE, AMINOÁCIDOS LIVRES TOTAIS, SACAROSE, PROTEÍNAS SOLÚVEIS, CARBOIDRATOS SOLÚVEIS TOTAIS E PROLINA LIVRE DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A SALINIDADE

Compostos	Média	Mínimo	Máximo	Variância
Peroxidação Lipídica	1,91	0,32	6,00	0,29
Peroxidase	2,97	0,82	9,35	3,03
Amido solúveis	40,98	1,64	73,92	332,47
α -amilase	5,87	5,77	5,95	0,002
Aminoácidos Livres Totais	176,78	36,07	525,16	15019,7
Proteínas Solúveis	438,80	332,71	506,58	1971,8
Prolina Livre	26,88	15,13	42,18	12,11
Carboidratos Solúveis Totais	26,88	15,13	42,17	61,42
Sacarose	1,75	0,04	5,26	2,34

FONTE: Walter (2020).

A peroxidação lipídica (MDA) apresentou valores entre 0,32 e 6,00 μMol de MDA/g. Lima et al. (2019) indicam que quando há baixa quantidade de MDA, a peroxidação lipídica está baixa, uma vez que a peroxidação produz o malonaldeído (LIMA; ABDALLA, 2001; MARTINS et al., 2018). A produção da peroxidação lipídica é um indício da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), uma vez que este composto não enzimático é produzido em maior quantidade com a finalidade de sinalizar os efeitos de EROs, protegendo os tecidos responsáveis pela síntese do superóxido e peróxido de hidrogênio (SCANDALIOS, 2005).

A concentração de proteínas foi maior em relação ao teor de carboidrato e amido, diante disto pode-se dizer que não houve a proteólise, uma vez que as sementes não estavam estressadas. Os compostos de reserva, como proteínas e amido, são utilizados pelas sementes em desenvolvimento através da gliconeogênese para o desenvolvimento da plântula (ALVES et al., 2012). Segundo Pupin et al. (2017) o elevado teor de proteína é um indício de qualidade fisiológica, visto que o armazenamento de proteínas influencia positivamente no processo germinativo.

Na tabela 7.4 é possível analisar a diferença na quantificação dos compostos químicos em cada um dos tratamentos salinos. A peroxidação lipídica (MDA), teve variações entre 0,98 μMol de MDA/g, no tratamento 4 mM e 2,34 μMol de MDA/g, no tratamento 0 mM de NaCl. No entanto, não foi observada diferença significativa nos

valores obtidos para a peroxidase e os valores foram muito próximos entre os tratamentos aplicados.

Estas pequenas variações, os valores não foram expressivos para indicar que as sementes estivessem sofrendo com estresse oxidativo, onde seria observado o aumento destas enzimas antioxidantes (FLORES et al., 2014). Segundo Lima e Abdalla (2001) a peroxidação lipídica pode ser considerada um indício de estresse oxidativo celular, porém esta hipótese no presente estudo não é correspondente, uma vez que os níveis produzidos de MDA foram baixos, indicando que possivelmente as concentrações utilizadas na presente pesquisa tenham sido insuficientes para gerar injúrias às sementes.

Em relação ao amido, o tratamento que apresentou maior concentração deste composto foi 10 mM de NaCl, assim como a maior concentração de aminoácidos (320,34 mmol.g⁻¹). Este incremento pode ser um indicativo da utilização da produção de glicose, a partir da gliconeogênese e síntese de proteína, para a utilização nas fases de respiração para o crescimento da plântula. As menores concentrações de aminoácidos foram vistas nos tratamentos 4 e 14 mM de NaCl, já no tratamento 10 mM ocorreu a maior concentração de aminoácido (320,34 mmol.g⁻¹).

Na presente pesquisa, observou-se um indicativo de que a espécie utiliza a salinidade como intensificador da germinação, como poder ser visto no aumento da germinação nos níveis de 4 a 8 mM de NaCl (TABELA 7.1). No tratamento controle e 14 mM de NaCl, observa-se que os menores valores para proteínas e carboidratos e amido, indicam que a *J. mollissima* utiliza de forma precoce das reservas energéticas, e com isso não expressam o máximo poder germinativo. O consumo de carboidratos, lipídeos e proteínas para que ocorram os processos metabólicos e consequentemente o fornecimento de energia para o embrião se desenvolver, ocorrem durante a germinação das sementes (PUPIN et al., 2017).

Em relação à quantificação de sacarose, observa-se que os tratamentos 2, 4 e 6 mM de NaCl não apresentaram diferenças significativas nas médias obtidas. Observa-se um decréscimo no teor de sacarose ao aumentar a quantidade de sal, com os tratamentos mais salinos (12 e 14 mM) com valores iguais a 0,4.

TABELA 7.4 – TESTE DE MÉDIA DOS COMPOSTOS QUÍMICOS AMIDO, PROLINA, PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO, PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA, CARBOIDRATOS E AMINOÁCIDOS EM SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A GERMINAÇÃO SALINA

NaCl (mM)	Amido	Prolina	Carboidrato	Aminoácidos	Sacarose	Peroxidação Lipídica		Peroxidase	Proteína	Alfa amilase
	µg/g de sementes ⁻¹		mmol.g ⁻¹		mg/g de MV	µMol de MDA/g	µMol de H ₂ O ₂ /g	µg.g ⁻¹	µg de amido hidrolisado.min ⁻¹ /g de MV ⁻¹	
0	21,46 b	9,27 ab	34,33 a	116,24 ab	2,43 ab	2,34 a	3,27 a	382,19 b	5,59 ab	
2	39,75 ab	4,44 b	20,18 a	161,76 ab	3,40 a	1,31 bc	3,36 a	477,67 a	5,92 a	
4	35,87 ab	6,36 b	25,40 a	94,68 b	3,05 a	0,98 c	3,24 a	434,77 ab	5,86 ab	
6	52,71 ab	9,80 ab	31,58 a	265,43 ab	3,10 a	2,25 a	2,92 a	432,45 ab	5,86 ab	
8	38,94 ab	8,01 ab	26,05 a	150,55 ab	1,26 bc	2,12 a	2,87 a	455,45 a	5,88 ab	
10	58,53 a	8,77 ab	25,23 a	320,34 a	0,45 c	1,66 abc	2,04 a	468,61 a	5,83 b	
12	46,51 ab	12,87 a	27,31 a	231,16 ab	0,044 c	1,93 ab	3,91 a	472,31 a	5,90 ab	
14	34,06 ab	7,78 ab	24,97 a	74,44 b	0,043 c	1,71 ab	1,83 a	382,19 b	5,83 b	

FONTE: Walter (2020).

LEGENDA: Letras minúsculas na coluna indicam a significância para concentrações em cada variável.

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A partir da análise de correlação foi possível identificar e indicar a interação das variáveis (FIGURA 7.1). Foram consideradas correlações altas, valores acima de 0,6. Diante disto, verificou-se que o NaCl não apresenta alta correlação com nenhuma das variáveis estudadas.

Os maiores valores de correlação com o NaCl foram vistos com a proteína (0,49), prolina livre e amido, com correlação igual a 0,44. Estes resultados indicam que o sal contribui para a síntese de compostos de reserva, fazendo com que as sementes utilizem a síntese de glicose e sacarose para serem utilizados na fase de maior demanda, neste caso a emergência das plântulas.

O tempo médio de germinação (TMG) apresentou baixa correlação com todos os compostos químicos analisados. A α -amilase foi o composto com correlação positiva, porém ainda assim foi próxima a zero (0,14) e o NaCl teve correlação de 0,2 com o TMG.

Comportamento semelhante foi observado na variável germinação, com correlações negativas, ou próximas a zero, em todos os compostos analisados, exceto com o peróxido de hidrogênio (peroxidase), apresentando correlação de 0,32.

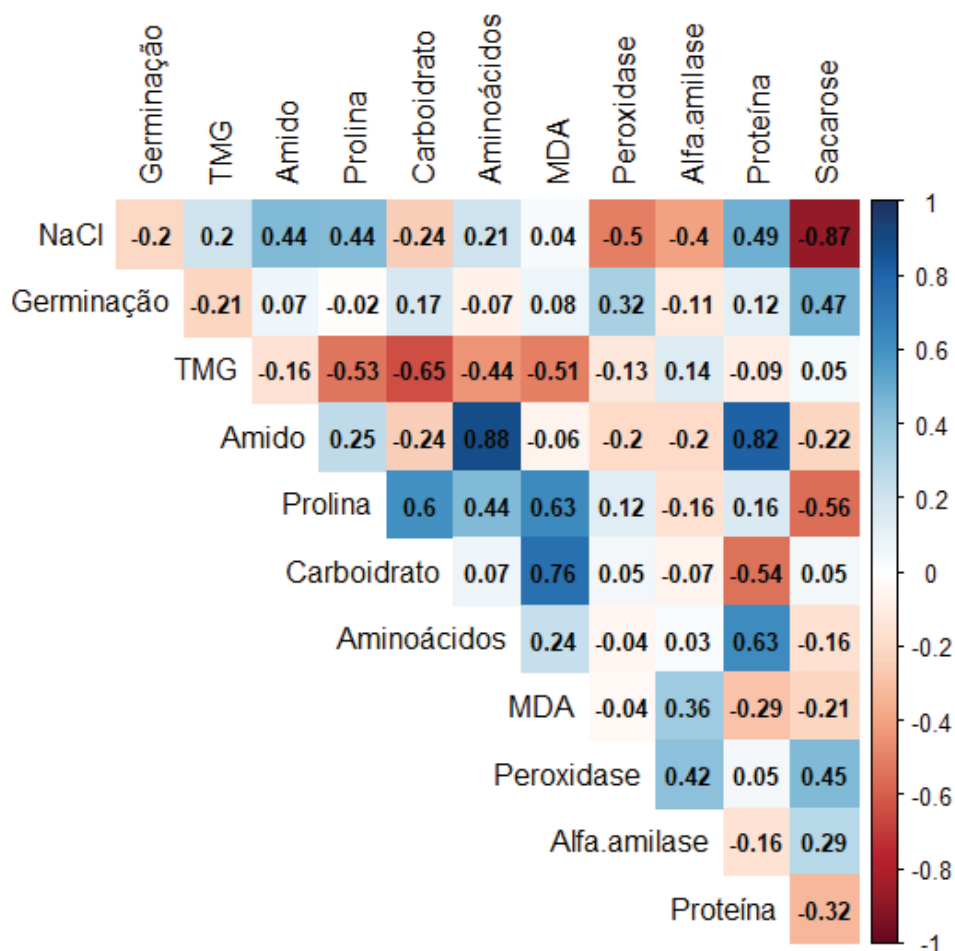
A enzima α -amilase, apresentou baixa correlação com a peroxidação lipídica (MDA) (0,36) e com a peroxidase igual a 0,42. Os demais compostos apresentaram correlação negativa, ou próximas a 0, com esta enzima.

Prolina (0,63) e carboidratos (0,76) apresentaram correlação positiva com a peroxidação lipídica. Este resultado indica que houve sinalização para síntese desses compostos para promover ajustamento osmótico para as sementes (NASCIMENTO et al., 2015), pois esses são solutos que se acumulam para atração de moléculas de água de um local de maior energia para um de menor energia.

Proteína e amido apresentaram alta correlação (0,82), esta correlação evidencia a síntese de aminoácidos para síntese de proteínas e como precursor da gliconeogênese para glicólise reversa (síntese de glicose-sacarose). Já para proteína e aminoácido a correlação foi de 0,63 e carboidrato apresentou correlação igual a 0,6 com a prolina. Este resultado aponta que por serem compostos de reserva, pode-se inferir que a proteína e amido, como observado na tabela 7.1, nos tratamentos 4, 6 e 8 mM de NaCl, foram os que melhor se expressaram, denotando que as sementes possui uma estratégia para aumento no percentual de germinação, bem como índice de velocidade de germinação. Assim como aminoácidos, que é o composto precursor

para que ocorra a gliconeogênese em sementes, que teve correlação de 0,88 com o amido, composto de reserva nas sementes.

FIGURA 7.1 - QUADRO DA ANÁLISE DE CORRELÇÃO DAS VARIÁVEIS NaCl, GERMINAÇÃO, TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG), PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA (MDA), PERROXIDAÇÃO, AMIDO SOLÚVEL (AMIDO), α -AMILASE (Alfa.amilase), AMINOÁCIDOS, SACAROSE, PROTEÍNA, CARBOIDRATO E PROLINA LIVRE (Prolina) EM SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.



FONTE: Walter (2020).

A sacarose apresentou correlação negativa com os compostos bioquímicos, apresentando correlação positiva com a germinação (0,47), sendo a maior correlação desta variável com as enzimas peroxidase (0,45) e α -amilase (0,29). O NaCl teve a correlação mais baixa (-0,87) com a sacarose, indicando que o sal não teve influência na produção da sacarose.

Com estes resultados, observa-se o indicativo da influência da salinidade para síntese e acúmulo de compostos de reserva e precursores da gliconeogênese. Porém,

a salinidade não foi suficiente para impor um estresse nas sementes visto a baixa produção de prolina, da mesma forma que não ocorreu a produção de EROs.

A partir dos resultados obtidos da germinação das sementes de *J. mollissima* submetidas a déficit hídrico, observou-se que a germinação ocorreu apenas nos potenciais 0 (Controle) e - 0,2 MPa (TABELA 7.5). Os potenciais mais negativos não permitiram a germinação das sementes de *J. mollissima*, concluindo assim, que o PEG impediu completamente a disponibilidade de água para as sementes. Já na salinidade foi observado que havia moléculas de água livre para a absorção, que além de aumentar a G, nas concentrações 4, 6 e 8 mM, ocorreu o aumento dos compostos de reserva.

Tabela 7.5 - PORCENTAGEM (G), TEMPO MÉDIO (TMG) E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE POLIETILENOGLICOL (PEG) 6.000.

Potencial osmótico (MPa)	G (%)	TMG (dias)	IVG
0	25,2 a	6,28 a	2,01 a
-0,2	9,6 b	7,17 a	0,55 b
-0,4	0	0	0
-0,6	0	0	0
-0,8	0	0	0
-1,0	0	0	0
-1,2	0	0	0
-1,4	0	0	0

FONTE: Walter (2020).

LEGENDA: Os tratamentos que não apresentaram germinação, foram retirados da análise estatística e recolocados nesta tabela final. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A água é um fator indispensável para reidratação dos tecidos e reativação do metabolismo (GORDIN et al., 2015; HUSSAIN et al., 2019) para que ocorra a germinação (SILVA et al., 2008). Quando submetidas a deficit hídrico, as sementes não têm água disponível para absorver afetando todo o processo germinativo.

Observa-se também, que mesmo havendo germinação abaixo do esperado (9,6 %) no tratamento - 0,2 MPa, o TMG foi maior em relação ao controle, indicando que as sementes demoraram mais tempo para germinar. De acordo com a descrição

fisiológica realizada por Antunes et al. (2011) a redução do índice de velocidade de germinação pode ser explicada pelo efeito do polietilenoglicol na embebição das sementes, uma vez que, por sua alta viscosidade e peso molecular, retarda a velocidade de hidratação dos tecidos e a difusão de oxigênio, levando maior tempo para a reorganização das membranas e desenvolvimento de processos metabólicos.

Segundo Santos et al. (2016) e Mendes et al. (2018), estudando espécies da Caatinga, indicam que sementes de *A. colubrina* apresentaram redução na germinação a partir de - 0,8 MPa e reduzindo gradativamente a germinação nos potenciais mais negativos. *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir. apresentou germinação mesmo com baixa disponibilidade hídrica (BEZERRA et al., 2018). Sementes de *Ricinus communis* L. (mamona) apresentaram bons resultados germinativos no potencial - 0,5 MPa (SILVA et al., 2009)

Vê-se um comportamento diferente das sementes de *J. mollissima* quando submetida a salinidade e deficit hídrico. Este comportamento pode ser explicado devido as baixas concentrações de NaCl utilizadas não imprimirem potenciais osmótico negativos a ponto de afetar negativamente a germinação. Algumas espécies apresentam melhor desempenho quando submetidas a condições salinas e não a deficit hídrico, mesmo sendo espécies de ocorrência em regiões semiáridas.

Este comportamento foi observado por Santos et al. (2016), quando avaliaram o potencial germinativo de *P. pyramidalis* e *A. colubrina* e verificaram que a primeira é mais tolerante a salinidade e a segunda à deficiência hídrica.

7.4 CONCLUSÃO

Sementes de *J. mollissima* intensificam a germinação em concentrações salinas entre 4 e 8 mM de NaCl e potenciais osmóticos menores que - 0,2 MPa inibem a germinação da espécie.

A salinidade contribui para a germinação e para a síntese e conservação de compostos de reserva.

7.5 REFERÊNCIAS

ALEXIEVA, V.; SERGIEV, I.; MAPELLI, S.; KARANOV, E. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. **Plant, Cell and**

Environment, v. 24, n. 12, p. 1337–1344, 2001.

ALLISON, L. E.; BERNSTEIN, L.; BOWER, C. A.; et al. **Diagnosis and Improvement of United States Salinity Laboratory Staff**. n. 60 ed. Washington: United States Department of Agriculture, 1954.

ALVES, F. V.; SÁ JUNIOR, A.; SANTANA, D. G.; et al. Composição química e qualidade fisiológica de sementes de girassol de plantas submetidas à competição intraespecífica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 457–465, 2012.

ALVES, A. R.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. DA; et al. Conteúdo de nutrientes na biomassa e eficiência nutricional em espécies da caatinga. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 377–390, 2017.

ANDRÉO-SOUZA, Y.; PEREIRA, A. L.; DA SILVA, F. F. S.; et al. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 83–92, 2010.

ANTUNES, C. G. C.; PELACANI, C. R.; RIBEIRO, R. C.; et al. Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Catingueira) submetidas a deficiência hídrica. **Revista Arvore**, v. 35, n. 5, p. 1007–1015, 2011.

ARAÚJO, R. P. SOUZA DE; SILVA, E. C. A.; SANTOS, C. A.; PACHECO, C. M.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Influência da salinidade no crescimento inicial de mudas de *Jatropha curcas* L. **Revista Agrotecnologia - Agrotec**, v. 8, n. 1, p. 55–62, 2017.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205–207, 1973.

BEZERRA, A. C.; BARBOSA, L. D. S.; ZUZA, J. F. C.; AZEVEDO, C. F. DE. Estresse hídrico na qualidade fisiológica de sementes de *Mimosa Tenuiflora* (Willd.) Poir. **Brazilian Applied Science Review**, v. 2, n. 2, p. 635–643, 2018.

BHASKARA, G. B.; YANG, T. H.; VERSLUES, P. E. Dynamic proline metabolism: Importance and regulation in water limited environments. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 1–7, 2015.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248–254, 1976.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350–356, 1956.

FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. In: H. R. Gheyi; N. S. Dias; C. F. Lacerda; E. Gomes Filho (Orgs.); **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado**. 2 ed. Fortaleza: INCTSal., p.17–34, 2016.

FLORES, A. V.; E BORGES, E. E. DE L.; GUIMARÃES, V. M.; et al. Atividade enzimática durante a germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott sob diferentes temperaturas. **Cerne**, v. 20, n. 3, p. 401–408, 2014.

GORDIN, C. R. B.; SCALON, S. DE P. Q.; MASETTO, T. E. Disponibilidade hídrica do substrato e teor de água da semente na germinação de niger. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 45, n. 3, p. 312–318, 2015.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; et al. Germinação e vigor de sementes de Apeiba tibourbou submetidas ao estresse Hídrico e diferentes Temperaturas. **Ciencia Florestal**, v. 23, n. 1, p. 45–53, 2013.

VAN HANDEL, E. Direct microdetermination of sucrose. **Analytical Biochemistry**, v. 22, p. 280–283, 1968.

HEATH, R. L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 125, n. 1, p. 189–198, 1968.

HUSSAIN, SADAM; HUSSAIN, SADDAM; QADIR, T.; et al. Drought stress in plants: An overview on implications, tolerance mechanisms and agronomic mitigation strategies. **Plant Science Today**, v. 6, n. 4, p. 389–402, 2019.

LABOURIAU, L. . **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006.

LIMA, É. S.; ABDALLA, D. S. P. Peroxidação lipídica: Mecanismos e avaliação em amostras biológicas. **Revista Brasileira de Ciencias Farmaceuticas**, v. 37, n. 3, p. 293–303, 2001.

LIMA, L. A. D. C. DE; SCHUSTER, I.; COSTA, A. C. T. DA; VENDRUSCOLO, E. C. G. Evaluation of wheat events transformed with the p5csgene under conditions of water stress. **Revista de Ciências Agrárias de Portugal**, v. 42, n. 2, p. 448–455, 2019.

LIU, X.; MA, D.; ZHANG, Z.; et al. Plant lipid remodeling in response to abiotic stresses. **Environmental and Experimental Botany**, v. 165, n. March, p. 174–184, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.06.005>>. .

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176–177, 1962.

MARTINS, A. C.; LARRÉ, C. F.; BORTOLINI, F.; et al. Tolerância ao déficit hídrico: adaptação diferencial entre espécies forrageiras. **Iheringia - Serie Botanica**, v. 73, n. 3, p. 228–239, 2018.

MENDES, M.; RITIELLY, D. D. K.; LEANDRO, L.; CARLOS, D. C. A. Influência do estresse hídrico na germinação de sementes e formação de plântulas de angico branco. **Advances in forest science**, p. 375–379, 2018.

NASCIMENTO, H. H. C. DO; SANTOS, C. A. DOS; FREIRE, C. S.; SILVA, M. A. DA; NOGUEIRA, R. J. M. C. Ajustamento osmótico em mudas de jatobá submetidas à salinidade em meio hidropônico. **Revista Arvore**, v. 39, n. 4, p. 641–653, 2015.

NEVES, L. A. S. DAS; MORAES, D. M. DE. Análise do vigor e da atividade da a-

amilase em sementes de cultivares de arroz submetidas a diferentes tratamentos com ácido acético. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 1, p. 35–43, 2005.

PACHECO, M. V.; FERRARI, C. DOS S.; BRUNO, R. DE L. A.; et al. Germinação e vigor de sementes de *Capparis flexuosa* L. submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 2, p. 301–305, 2012.

PARIHAR, P.; SINGH, S.; SINGH, R.; SINGH, V. P.; PRASAD, S. M. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 6, p. 4056–4075, 2015.

PUPIN, S.; RIBEIRO JÚNIOR, W. A.; ALZATE-MARIN, A. L.; et al. Variação genética para compostos bioquímicos em sementes de aroeira procedente de uma população antropizada. **Nativa**, v. 5, n. 5, p. 349–354, 2017.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. , 2019. Viena: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. .

SANTOS, C. A. DOS; SILVA, N. V. DA; WALTER, L. S.; SILVA, E. C. A. DA; NOGUEIRA, R. J. M. C. Germinação de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 219–224, 2016.

SCANDALIOS, J. G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, n. 7, p. 995–1014, 2005.

SHRIVASTAVA, P.; KUMAR, R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. **Saudi Journal of Biological Sciences**.

SILVA, D. V. S. DA; CRUZ, C. B. M. Tipologias de Caatinga: Uma Revisão em Apoio a Mapeamentos Através de Sensoriamento Remoto Orbital e GEOBIA. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 35, p. 113–120, 2018.

SILVA, E. C. A. DA; COSTA, J. R. DA S.; COSTA, P. C. F. DA; et al. Salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu. **Ciência Agrícola**, v. 17, n. 1, p. 63–69, 2019.

SILVA, F. F.; POLO, M.; RODRIGUES, A. C. Efeitos do estresse hídrico induzido durante a germinação da mamona , *Ricinus communis* (Euphorbiaceae). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 25, p. 31–41, 2009.

SILVA, F. F. S. DA; DANTAS, B. F. Quantification of storage proteins during seed imbibition of native species from the brazilian Caatinga vegetation. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 1733–1744, 2016.

SILVA, H. P. DA; NEVES, J. M. G.; BRANDÃO JUNIOR, D. DA S.; COSTA, C. A. DA. Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-mansão. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 178–184, 2008.

SOUZA, L. S. B. DE; MOURA, M. S. B. DE; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. DE. Balanço de energia e controle biofísico da evapotranspiração na Caatinga em condições de seca intensa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 8, p. 627–636, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. MAX; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VILLALOBOS, M. J. P.; CASTELLANOS, E. C. La familia Euphorbiaceae como fuente de aceites vegetales para la industria tecnoquímica. **Grasas y Aceites**, v. 43, n. 1, p. 39–44, 1992.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 11/12, p. 1957–1968, 1991.

YADAV, S. P.; BHARADWAJ, R.; NAYAK, H.; et al. Impact of salt stress on growth , productivity and physicochemical properties of plants : A Review. **International Journal of Chemical Studies**, v. 7, n. 2, p. 1793–1798, 2019.

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino-acids with ninhydrin. **The Analyst**, v. 80, n. 948, p. 209–214, 1955.

ZEGARRA, R. Z. Las Especies De La Familia Euphorbiaceae En La Provincia De Tacna: Estudio Biosistemático. **Ciencia & Desarrollo**, , n. 19, p. 44–48, 2015.

8 CONCLUSÃO GERAL

A espécie apresentou padrão de morfologia das espécies da família Euphorbiaceae, indica também que ao elevar temperatura a 30 e 35 °C na germinação eleva seu potencial germinativo. Incremento de soluções salinas (4, 6 e 8 mM) com NaCl na germinação intensificam e homogeniza a germinação e potenciais osmóticos negativos impedem a germinação das sementes. A produção de compostos bioquímicos e enzimáticos não indicam a ocorrência de estresse oxidativo nas sementes.

Tais informações são importantes para o conhecimento da autoecologia da espécie, tornando viável a produção de mudas para implementação de projetos de recuperação de áreas degradadas, bem como a utilização de metodologias adaptadas a espécie para verificação da viabilidade das sementes.

REFERÊNCIAS

- ABDULRAHAMAN, A. A.; KOLAWOLE, O. S.; MUSTAPHA, O. T.; OLADELE, F. A. Palynological and Carpological Features in Four *Jatropha* Species (Euphorbiaceae) as Taxonomic Characters. **Nigerian Society for Experimental Biology**, v. 14, n. 1, p. 38–42, 2014.
- ACCHILE, S.; COSTA, R. N.; SILVA, L. K. S.; et al. Biometria de frutos e sementes e determinação da curva de absorção de água de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Scientific Electronic Archives**, v. 10, n. 5, p. 26–34, 2017.
- ALBUQUERQUE, U. P. DE; ANDRADE, L. DE H. C.; SILVA, A. C. O. DE. Use of plant resources in a seasonal dry forest (Northeastern Brazil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 27–38, 2005.
- ALLBED, A.; KUMAR, L. Soil salinity mapping and monitoring in arid and semi-arid regions using remote sensing technology: A Review. **Advances in Remote Sensing**, v. 02, p. 373–385, 2013.
- ALVES, A. R.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. DA; et al. Conteúdo de nutrientes na biomassa e eficiência nutricional em espécies da caatinga. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 377–390, 2017.
- ALVES, J. M. A.; SILVA, A. A. S. E S.; LOPES, G. N.; SMIDERLE, OSXAR, J.; UCHÔA, SANDRA, C. P. Pinhão-Manso: Uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da amazônia brasileira. **Agro@mbiente On-line2**, v. 2, n. 1, p. 57–68, 2008.
- ANDRÉO-SOUZA, Y.; PEREIRA, A. L.; DA SILVA, F. F. S.; et al. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 83–92, 2010.
- AÑEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; DOMBROSKI, J. L. D. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 563–568, 2005.
- ARAÚJO, R. P. S. DE; SILVA, E. C. A. DA; SANTOS, C. A.; SILVA, N. V. DA; NOGUEIRA, R. J. M. C. Alterações fisiológicas de sementes e plântulas de *Jatropha curcas* L. submetidas ao cloreto de sódio. **Revista Agrotecnologia**, v. 8, n. 2, p. 1–9, 2017.
- BANDA, K. R.; DELGADO-SALINAS, A.; DEXTER, K. G.; et al. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. **Science**, v. 353, n. 6306, p. 1383–1388, 2016.
- BARBOSA, D. C. . Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da Caatinga com germinação rápida. In: I. R. Leal; M. Tabarelli; J. M. C. Silva (Orgs.); **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. p.822, 2003.
- BARROS, A. S. DO R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida da viabilidade de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 10, p. 1447–1459, 1990.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e Sementes: Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205–207, 1973.

BELTRÃO, N. E. DE M.; OLIVEIRA, M. I. P. DE. Biossíntese e Degradação de Lipídios, Carboidratos e Proteínas em Oleaginosas. **EMBRAPA, Documentos 178**, p. 1–62, 2007.

BEZERRA, A. C.; BARBOSA, L. D. S.; ZUZA, J. F. C.; AZEVEDO, C. F. DE. Estresse hídrico na qualidade fisiológica de sementes de *Mimosa Tenuiflora* (Willd.) Poir. **Brazilian Applied Science Review**, v. 2, n. 2, p. 635–643, 2018.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248–254, 1976.

BRASIL. **Regra para Análises de Sementes de Espécies Florestais**. Brasília, 2009.

BRASIL. Resolução N^o 115 de 23 de Novembro de 2017. SUDENE. **Diário Oficial da União**, v. 232, n. 1, p. 32–33, 2017. Disponível em: <<http://sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/resolucao115-23112017-delimitacaodoemiario-DOU.pdf>>. .

BRASIL, S. Resolução N^o 107/2017. , v. 2005, p. 2, 2017. Disponível em: <www.sudene.gov.br>. .

CNUC. Unidades de Conservação por Bioma. **Unidades de Conservação por Bioma**, p. 2019, 2019.

CORTE, V. B.; BORGES, E. E. DE L. E; PEREIRA, B. L. C. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de *Melanoxylon brauna* Schot. **CERNE**, v. 16, n. 3, p. 415–421, 2010.

COSMO, N. L.; NOGUEIRA, A. C.; LIMA, J. G. DE L.; KUNIYOSHI, Y. S. Morfologia de fruto, semente e plântula de *Sebastiania commersoniana*, EUPHORBIACEAE. **Revista Floresta**, v. 40, n. 2, p. 419–428, 2010.

CUSTÓDIO, C. C. Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: Uma Revisão. **Colloquium Agrariae**, v. 1, n. 1, p. 30–41, 2005.

DADSHANI, S.; SHARMA, R. C.; BAUM, M.; et al. Multi-dimensional evaluation of response to salt stress in wheat. **Plos One**, v. 14, n. 9, p. e0222659, 2019.

DANTAS, B. F.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C. Teste de tetrazólio para avaliar viabilidade e vigor de sementes de espécies florestais da Caatinga. **Informativo ABRATES**, v. 25, n. 1, p. 60–64, 2015.

DEMINICIS, B. B.; RODRIGUES, P. D. R.; FARIA, B. P.; et al. Tetrazolium test to evaluate *Stizolobium aterrimum* seeds quality. **American Journal of Plant Sciences**, v. 05, n. 01, p. 148–152, 2014.

DUBOIS, M.; GILLES, K. .; HAMILTON, J. .; REBERS, P. .; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Microbial cell factories**, v. 8, n. 3, p. 350–356, 1956.

FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. Halofitismo e agricultura bioassalada. In: H. R. et al Gheyi (Org.); **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado**. Fortaleza: INCTSal., p.504, 2010.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, 2004.

FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. In: H. R. Gheyi; N. S. Dias; C. F. Lacerda; E. Gomes Filho (Orgs.); **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado**. 2 ed. Fortaleza: INCTSal., p.17–34, 2016.

FRANÇA-NETO, J. D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. **Journal of Seed Science**, , n. 3, p. 359–366, 2019.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. . C.; COSTA, N. P. O teste de tetrazólio em sementes de soja. **EMBRAPA-CNPq**, v. Documentos, p. 72, 1998.

GOMES, J. A. D. S. **Inibição dos efeitos locais induzidos pelas peçonhas das serpentes *Bothrops erythromelas* e *Bothrops jararaca* pelo extrato aquoso das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Bail**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2015.

GOMES, J. A. D. S.; FÉLIX-SILVA, J.; MORAIS FERNANDES, J.; et al. Aqueous leaf extract of *Jatropha mollissima* (Pohl) Bail decreases local effects induced by *Bothropic* venom. **BioMed Research International**, v. 2016, n. Article ID 6101742, p. 13, 2016.

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia Vegetal: Organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. 2 ed. ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011.

GONÇALVES, E. P.; FRANÇA, P. R. C. DE; VIANA, J. S.; et al. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. **Ciencia Florestal**, v. 25, n. 3, p. 563–569, 2015.

GORDIN, C. R. B.; SCALON, S. DE P. Q.; MASETTO, T. E. Disponibilidade hídrica do substrato e teor de água da semente na germinação de niger. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 45, n. 3, p. 312–318, 2015.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). **CERNE**, v. 17, n. 4, p. 525–531, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; et al. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (All.) A.C. Smith. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 116–122, 2010.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; et al. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciencia Florestal**, v. 23, n. 1, p. 45–53, 2013.

VAN HANDEL, E. Direct microdetermination of sucrose. **Analytical Biochemistry**, v. 22, p. 280–283, 1968.

HAUFF, S. N. Representatividade do Sistema Nacional de Unidades de Conservação na Caatinga. **Programa Das Nações Unidas Para O Desenvolvimento**, p. 54, 2010.

HUSSAIN, SADAM; HUSSAIN, SADDAM; QADIR, T.; et al. Drought stress in plants: An overview on implications, tolerance mechanisms and agronomic mitigation strategies. **Plant Science Today**, v. 6, n. 4, p. 389–402, 2019.

IBGE. Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/biomas/>>. Acesso em: 17/3/2020.

IBGE, I. G. E E. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Livro vermelho da Flora do Brasil**. 1 ed. ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

JALEEL, C. A.; LLORENTE, B. E. Drought stress in plants: A review on water relations. **Bioscience Research**, v. 6, n. 1, p. 20–27, 2009.

LABOURIAU, L. . **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006.

LEAL, C. K. A.; AGRA, M. D. F. Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Jatropha molissima* (Pohl) Baill. e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v. 24, n. 1, p. 5–13, 2005.

LIMA, B. . **Caatinga: espécies lenhosas e herbáceas**. Mossoró: EdUfersa, 2012.

LIMA, J. O.; RIOS, J. B.; TREVISAN, M. T. S.; GALLÃO, M. I. Morphological characterization of fruits and seeds of *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Magnoliopsida: Euphorbiaceae). **Brazilian Journal of Biological Sciences**, v. 2, n. 4, p. 263–269, 2015.

LIMA, L. A. D. C. DE; SCHUSTER, I.; COSTA, A. C. T. DA; VENDRUSCOLO, E. C. G. Evaluation of wheat events transformed with the p5csgene under conditions of water stress. **Revista de Ciências Agrárias de Portugal**, v. 42, n. 2, p. 448–455, 2019.

LIU, X.; MA, D.; ZHANG, Z.; et al. Plant lipid remodeling in response to abiotic stresses. **Environmental and Experimental Botany**, v. 165, n. March, p. 174–184, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.06.005>>. .

LOUREIRO, M. B.; TELES, C. A. S.; COLARES, C. C. A.; et al. Caracterização morfoanatômica e fisiológica de sementes e plântulas de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1093–1101, 2013.

LYRA, D. H.; ALMEIDA, ; BRASILEIRO, ; SANT'ANA; AMARAL, ; Parâmetros genéticos de frutos, sementes e plântulas de *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 14, n. 4, p. 579–585, 2012.

LYRA, D. H.; SAMPAIO, L. S.; PEREIRA, D. A.; SILVA, A. P.; AMARAL, C. L. F. Pollen viability and germination in *Jatropha ribifolia* and *Jatropha mollissima*

(Euphorbiaceae): Species with potential for biofuel production. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 3, p. 368–374, 2011.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176–177, 1962.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2 ed. ed. Fortaleza: PrintColor Gráfica e Editora Ltda, 2012.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2015.

MARTINS, A. C.; LARRÉ, C. F.; BORTOLINI, F.; et al. Tolerância ao déficit hídrico: adaptação diferencial entre espécies forrageiras. **Iheringia - Serie Botanica**, v. 73, n. 3, p. 228–239, 2018.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; CALDAS, I. G. R.; VIEIRA, I. G. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 421–427, 2011.

MEDEIROS, M. DO B. C. L.; JESUS, H. I.; SANTOS, N. DE F. A.; et al. Índice de qualidade de dickson e característica morfológica de mudas de pepino, produzidas em diferentes substratos alternativos. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 159, 2018.

MENDES, M.; RITIELLY, D. D. K.; LEANDRO, L.; CARLOS, D. C. A. Influência do estresse hídrico na germinação de sementes e formação de plântulas de angico branco. **Advances in forest science**, p. 375–379, 2018.

MERCADO, S. A. S.; DELGADO, E. A. B. Viabilidad de semillas de *Glycine max* (L.) utilizando la prueba de tetrazolio. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 89–98, 2018.

MMA-IBAMA. Monitoramento do bioma Caatinga: 2002 a 2008. , p. 58, 2010.

Disponível em:

<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/caatinga/relatrio_tcnico_caatinga_72.pdf>. .

NASCIMENTO, H. H. C. DO; SANTOS, C. A. DOS; FREIRE, C. S.; SILVA, M. A. DA; NOGUEIRA, R. J. M. C. Ajustamento osmótico em mudas de jatobá submetidas à salinidade em meio hidropônico. **Revista Arvore**, v. 39, n. 4, p. 641–653, 2015.

NEVES, E. L. DAS; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botanica**, v. 33, n. 1, p. 155–166, 2010.

NEVES, E. L. DAS; MACHADO, I. C.; VIANA, B. F. Sistemas de polinização e de reprodução de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botanica**, v. 34, n. 4, p. 553–563, 2011.

NEVES, E. L. DAS; VIANA, B. F. Dispersão e predação de sementes de três espécies de *Jatropha* L., (Euphorbiaceae) da caatinga, semi-árido do Brasil. **Cambotá - Revista Virtual**, v. 4, n. 2, p. 146–157, 2008.

NEVES, L. A. S. DAS; MORAES, D. M. DE. Análise do vigor e da atividade da amilase em sementes de cultivares de arroz submetidas a diferentes tratamentos

com ácido acético. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 1, p. 35–43, 2005.

OLIVEIRA, F. N. DE; FRANÇA, F. D. DE; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O. DE. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 658–666, 2016.

OLIVEIRA, G. M.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C.; et al. Germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Caatinga em diferentes temperaturas. **Scientia Plena**, v. 10, n. 4, p. 1–6, 2014.

OLIVEIRA, L. M.; CALDEIRA, C. M.; ABREU, L. A. DE S.; CARVALHO, M. L. M. DE; SILVA, C. D. DA. An alternative procedure for evaluating the quality of castor seeds by the tetrazolium test. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 35, p. 2664–2668, 2014.

PARIHAR, P.; SINGH, S.; SINGH, R.; SINGH, V. P.; PRASAD, S. M. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 6, p. 4056–4075, 2015.

PEREIRA, M. DE S. **Manual Técnico da Caatinga: conhecendo e produzindo sementes de mudas**. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011.

PEREZ-MARIN, A. M.; CAVALCANTE, A. DE M. B.; MEDEIROS, S. S. DE; TINÔCO, L. B. DE M.; SALCEDO, I. H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica ? **Parcerias Estratégicas**, v. 17, n. 34, p. 87–106, 2012.

PIMENTA, A. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; LAVIOLA, B. G. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Jatropha curcas*. **Floresta**, v. 44, n. 1, p. 73–80, 2014.

PIMENTEL, C. **A Relação da Planta com a Água**. Seropédica: Edur, 2004.

PINTO, T. L. F.; FILHO, J. M.; FORTI, V. A.; DE CARVALHO, C.; GOMES JUNIOR, F. G. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelos testes de tetrazólio e de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 195–201, 2009.

POTASCHEFF, C. DE M. DE; MORI, S. A.; LOMBARDI, J. A. Pollination ecology of the Cerrado species *Eschweilera nana* (Lecythidaceae subfam. Lecythidoideae). **Brittonia**, v. 66, n. 2, p. 191–206, 2014.

QUEIROZ, M. F. DE; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; et al. Crescimento e fenologia de espécies de *Jatropha* durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 405–411, 2013.

RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: H. R. Gheyi (Org.); **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado**. 2 ed., Fortaleza: INCTSal., p.9–15, 2016.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão Sustentável. **Uso Sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro., p.368, 2010.

RIOS, J. B. **Estudo químico da raiz de *Jatropha mollissima* (pohl) Baill ; identificação de compostos fenólicos em quatro espécies do gênero *Anthurium* através de Cromatografia Líquida acoplada à Espectrometria de Massas**, Universidade Federal do Ceará. 2011.

ROCHA, F. A. G. DA; DANTAS, L. Í. S. Atividade antimicrobiana in vitro do látex do aveloz (*Euphorbia tirucalli* L.), Pinhão bravo (*Jatropha mollissima* L.) E PINHÃO ROXO (*Jatropha gossypifolia* L.) Sobre microorganismos patogênicos. **Holos**, v. 4, p. 3–1, 2009.

SAMPAIO, E. V. S. B. Características e potencialidades. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. p.368, 2010. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro.

SANTOS, C. A. DOS. **Respostas fisiológicas e bioquímicas na germinação e desenvolvimento inicial de dois genótipos de *Jatropha curcas* L. sob deficiência hídrica**, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2018.

SANTOS, C. A. DOS; SILVA, N. V. DA; WALTER, L. S.; SILVA, E. C. A. DA; NOGUEIRA, R. J. M. C. Germinação de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 219–224, 2016.

SANTOS, M. J.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) em caatinga, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 361–373, 2005.

SANTOS, S. R. G. DOS; PAULA, R. C. DE; FOGAÇA, C. A.; MÔRO, F. V.; COSTA, R. S. Viabilidade de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) – Euphorbiaceae – pelo teste de tetrazólio. **Científica**, v. 34, n. 1, p. 39–45, 2006.

SÁTIRO, L. N.; ROQUE, N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 99–118, 2008.

SCANDALIOS, J. G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, n. 7, p. 995–1014, 2005.

SHRIVASTAVA, P.; KUMAR, R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. **Saudi Journal of Biological Sciences**, 1. mar. 2015. Elsevier.

SILVA, C. E. L.; MINGUZZI, S.; SILVA, R. C. L.; et al. Chemical composition and cytotoxic activity of the root essential oil from *Jatropha ribifolia* (Pohl) baill (Euphorbiaceae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 26, n. 2, p. 233–238, 2015.

SILVA, D. A. DE O.; ALVES, É. DA S.; LOPES, I.; SANTOS, W. M. DOS; SILVA, E. M. DA. Análise e mapeamento da degradação por sensoriamento remoto na estação ecológica raso da catarina-semiárido brasileiro. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 5, p. 420–430, 2019.

SILVA, D. V. S. DA; CRUZ, C. B. M. Tipologias de Caatinga: Uma Revisão em Apoio a Mapeamentos Através de Sensoriamento Remoto Orbital e GEOBIA. **Revista do**

Departamento de Geografia, v. 35, p. 113–120, 2018.

SILVA, E. C. A. DA; COSTA, J. R. DA S.; COSTA, P. C. F. DA; et al. Salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu. **Ciência Agrícola**, v. 17, n. 1, p. 63–69, 2019.

SILVA, F. F. S. DA; DANTAS, B. F. Quantification of storage proteins during seed imbibition of native species from the Brazilian Caatinga vegetation. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 1733–1744, 2016.

SILVA, F. J. DA; HISATUGO, E. Y.; SOUZA, J. P. DE. Efeito da luz na germinação e desenvolvimento de plântulas de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) de distintas procedências. **Hoehnea**, v. 43, n. 2, p. 195–202, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-80/2015>

SILVA, H. P. DA; NEVES, J. M. G.; BRANDÃO JUNIOR, D. DA S.; COSTA, C. A. DA. Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-mansão. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 178–184, 2008.

SILVA, J. A. AL. DA; ROCHA, K. D. DA; FERREIRA, R. L. C.; TAVARES, J. A. Produtividade volumétrica de clones de *Eucalyptus* spp. no polo gesseiro do araripe, pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 10, p. 240–260, 2013.

SILVA, M. A.; PACHECO, C. M.; SANTOS, C. A. DOS; NASCIMENTO, H. H. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Tolerance mechanisms in *Hymenaea courbaril* L. and *Jatropha curcas* L. plants as a response to water deficit and contamination by oil derivatives. **Revista Árvore**, v. 41, n. 2, 2017.

SILVA, M. F. DA. **Orientação para análise e classificação de frutos, sementes, germinação e plântulas**. Manaus, 1999.

SILVA, S. I.; OLIVEIRA, A. F. M.; NEGRI, G.; SALATINO, A. Seed oils of Euphorbiaceae from the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Biomass and Bioenergy**, v. 69, p. 124–134, 2014. Elsevier Ltd.

SILVEIRA, R. N. C. M.; PEIXOTO, F. S.; COSTA, R. N. T.; CAVALCANTE, I. N. Efeitos da seca em perímetros irrigados no Semiárido Brasileiro. **Anuario do Instituto de Geociências**, v. 41, n. 2, p. 268–275, 2018.

SOUZA, D. D. DE; CAVALCANTE, N. B. Biometria de frutos e sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 115, 2019.

SOUZA, L. S. B. DE; MOURA, M. S. B. DE; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. DE. Balanço de energia e controle biofísico da evapotranspiração na Caatinga em condições de seca intensa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 8, p. 627–636, 2015.

SOUZA, V. C.; FLORES, T. B.; LORENZI, H. **Introdução à Botânica: morfologia**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. MAX; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TARGINO, K. C. DE F. **Viabilidade da produção de biodiesel usando óleo da**

***Jatropha mollissima* (Pinhão bravo) via catalase homogênea e heterogênea, 2016.**

TAVARES, V. C.; DE ARRUDA, Í. R. P.; DA SILVA, D. G. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. **Geosul**, v. 34, n. 70, p. 385–405, 2019.

TAVECCHIO, N. E. DE LAS M.; VIGLIOCCO, A. E.; TARENTI, O. A.; et al. *Jatropha curcas* L. and *J. macrocarpa* Griseb: Seed Morphology, Viability, Dormancy, Germination and Growth of Seedlings. **American Journal of Plant Sciences**, v. 9, p. 1835–1854, 2018.

VASCONCELOS, G. C. L.; FERNANDES, F. S.; AMADOR, A. M.; AMADOR, K. A. M.; ARRIEL, N. H. C. Caracterização morfológica de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 263–268, 2014.

VILLALOBOS, M. J. P.; CASTELLANOS, E. C. La familia Euphorbiaceae como fuente de aceites vegetales para la industria tecnouímica. **Grasas y Aceites**, v. 43, n. 1, p. 39–44, 1992.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 11/12, p. 1957–1968, 1991.

VIRGENS, I. O.; DELMONDEZ DE CASTRO, R.; LOUREIRO, M. B.; GONZAGA FERNANDEZ, L. Cite as: Review: *Jatropha curcas* L.: morphophysiological and chemical aspects. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.3016>.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1–23, 2010.

YADAV, S. P.; BHARADWAJ, R.; NAYAK, H.; et al. Impact of salt stress on growth, productivity and physicochemical properties of plants: A Review. **International Journal of Chemical Studies**, v. 7, n. 2, p. 1793–1798, 2019.

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino-acids with ninhydrin. **The Analyst**, v. 80, n. 948, p. 209–214, 1955.

ZEGARRA, R. Z. Las Especies De La Familia Euphorbiaceae En La Provincia De Tacna: Estudio Biosistemático. **Ciencia & Desarrollo**, , n. 19, p. 44–48, 2015.